UNISOCIESC
Educação e Tecnologia

Projetos Elétricos Industriais

Dimensionamento de Condutores

Disciplina: EL323
Prof.: Felipe Cubas Schulz, Msc

UNISOCIESC
Educação e Tecnologia

Objetivos

- Apresentar conceitos relativos a:
  - Condutores Elétricos
  - Dimensionamento de Condutores
    - Método de capacidade de corrente;
    - Método de queda de tensão;
    - Critérios de seção mínima;
  - Aplicação das normas vigentes.

UNISOCIESC
Educação e Tecnologia

Condutor Elétrico

UNISOCIESC
Educação e Tecnologia

Condutor Elétrico

- O termo **condutor elétrico** é usado para designar um **produto destinado a transportar corrente (energia) elétrica**, sendo que os **fios e os cabos** elétricos são os tipos mais comuns de condutores.

- O **cobre** é o **metal mais utilizado** na fabricação de condutores elétricos para instalações residenciais, comerciais e industriais.

- Os condutores devem ser analisados sobre os seguintes aspectos:
    a) material a ser utilizado como condutor;
    b) forma geométrica do condutor;
    c) isolação e isolamento;
    d) blindagem;
    e) Seção nominal.

Condutor Elétrico

- Os condutores elétricos constituem os **principais componentes das linhas elétricas** que conduzem eletricidade até as cargas elétricas.



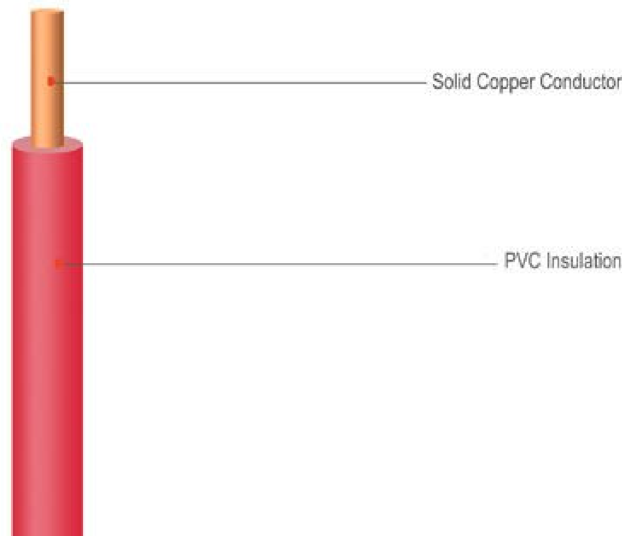
- Um **fio é um condutor sólido**, maciço, provido de isolação, usado diretamente como condutor de energia elétrica.



- A palavra **cabo é utilizada quando um conjunto de fios** é reunido para formar um condutor elétrico.

Condutor Elétrico

- Basicamente podemos considerar três tipos de condutores elétricos:
  - Fios – usados diretamente no transporte de eletricidade. Podem ser nus (sem isolação) ou com isolantes (PVC, XLPE, etc).





Condutor Elétrico

- Basicamente podemos considerar três tipos de condutores elétricos:
  - Cabos – são os conjuntos de fios encordoados, isolados ou não entre si, podendo o conjunto ser isolado ou não.





Condutor Elétrico

- Basicamente podemos considerar três tipos de condutores elétricos:
  - Barramento – condutor rígido, em forma de tubo ou de seção perfilada. São utilizados diretamente em equipamentos, tais como quadros de distribuição.

Condutor Elétrico

- Tipos de Condutores



Condutor Isolado | **Cabo Unipolar** | **Cabo Multipolar**

UNISOCIESC
Educação e Tecnologia

Condutores Elétricos

- **MATERIAL**
  - Os materiais utilizados na fabricação de condutores de corrente elétrica são classificados em dois grandes grupos:

    a) Materiais de elevada resistividade;

    b) Materiais de elevada condutividade.

  - Os materiais de **elevada resistividade** destinam-se às seguintes aplicações:
    - Transformação de energia elétrica em térmica
      - Exemplos: fornos elétricos; chuveiros elétricos; aquecedores; ferros elétricos; soldadores elétricos, etc.
    - Transformação de energia elétrica em energia luminosa
      - Exemplos: filamentos para iluminação em geral (tungstênio)
    - Criar nos circuitos certas condições destinadas a provocar quedas de tensão
      - Exemplos: resistores; reostatos.

Condutores Elétricos

- **FORMA GEOMÉTRICA**
  - Os condutores, quer sejam de cobre ou alumínio, são construídos de diversas formas e cada uma delas possui determinado tipo de aplicação, e segundo as alternativas possíveis, podem ser:
    - **Redondo sólido (Fio):** é formado por um único fio de metal sólido, sendo sua construção limitada às seções menores (até 16 mm2). Comercialmente, é denominado condutor rígido.
      - Aplicação: instalações de iluminação e força; formação de cabos.
    - **Cabo:** é um condutor constituído por vários fios encordoados, isolados uns dos outros ou não. O conjunto pode ser isolado ou nu. O cabo é denominado comercialmente, para seções até 10 mm2 , condutor flexível.

Condutores Elétricos

- **FORMA GEOMÉTRICA**
  - A NBR 6880 estabelece, para condutores de cobre, seis classes de encordoamento, numeradas de 1 a 6 com graus crescentes de flexibilidade, sendo:
    - **Classe 1 -** Condutores sólidos (fios).
      - Apresentam baixo grau de flexibilidade no seu manuseio.
    - **Classe 2 -** Condutores encordoados, compactados ou não
    - **Classe 3 -** Condutores encordoados, não compactados
    - **Classe 4, 5 e 6 -** Condutores flexíveis.
      - Quanto maior a classe maior sua flexibilidade.

Condutores Elétricos

- **Importância da flexibilidade de um condutor nas instalações elétricas.**
  - Geralmente, nas instalações elétricas, os condutores são enfiados no interior de eletrodutos e passam por curvas e caixas de passagem até chegar ao seu destino final, que é, quase sempre, uma caixa de ligação de 5x10cm ou 10x10cm instalada nas paredes ou uma caixa octogonal situada no teto ou forro.
  - Além disso, em muitas ocasiões, há vários condutores de diferentes circuitos no interior do mesmo eletroduto, o que torna o trabalho de enfiação mais difícil.





UNISOCIESC Educação e Tecnologia

Condutores Elétricos

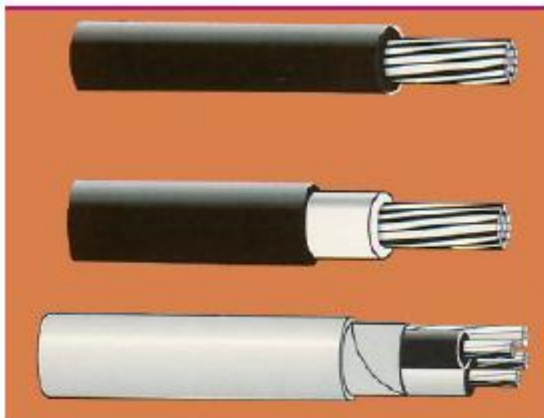
- **Importância da flexibilidade de um condutor nas instalações elétricas.**
  - A experiência internacional vem comprovando há muitos anos que o uso de cabos flexíveis, com classe 5, no mínimo, reduz significativamente o esforço de enfiação dos condutores nos eletrodutos, facilitando também a eventual retirada dos mesmos.
  - Nos últimos anos os profissionais brasileiros têm utilizado cada vez mais os cabos flexíveis nas instalações elétricas em geral.





Condutores Elétricos

- **FORMA GEOMÉTRICA**



Condutor Isolado:
Possui somente o condutor e a isolação

Cabo Unipolar:
Condutor, isolação e uma camada de revestimento, chamada *cobertura*, para proteção mecânica

Cabo Multipolar:
Possui sob a mesma cobertura, dois ou mais condutores isolados, denominados *veias.*

MATERIAL	PONTOS FRACOS	PONTOS FORTES
PVC (CLORETO DE POLIVINILA)	Baixo índice de estabilidade térmica	Boas propriedades mecânicas e elétricas Não propagante de chama
XLPE (POLIETILENO RETICULADO)	Baixa flexibilidade Baixa resistência à chama	Excelentes propriedades elétricas Boa resistência térmica
EPR (BORRACHA ETILENO PROPILENO)	Baixa resistência mecânica Baixa resistência a chamas	Excelentes propriedades elétricas Boa resistência térmica

UNISOCIESC
Educação e Tecnologia

Condutores Elétricos

- **ISOLAÇÃO**
  - Trata-se de um conjunto de materiais isolantes aplicados sobre o condutor, cuja **finalidade é isolá-lo eletricamente do ambiente que o circunda**, como por exemplo de outros condutores e a terra e contra contatos acidentais.
  - Serve também para **proteger o condutor contra ações mecânicas**, como no caso da enfiação nos eletrodutos.
  - Isolação define o aspecto qualitativo, como por exemplo: Isolação de PVC, Polivinil Antiflam, Polietileno, etc.
  - Os materiais utilizados como isolação devem possuir também, além de alta resistividade, alta rigidez dielétrica, principalmente para tensões superiores a 1 kV.

Condutores Elétricos

- **ISOLAÇÃO**
  - Os isolantes **termoplásticos amolecem** com o **aumento de temperatura**, enquanto os isolantes termofixos não amolecem com o aumento de temperatura.
  - Isolamento se refere ao aspecto quantitativo, ou seja, condutor com tensão de isolamento para 750V, 1 kV, resistência de isolamento de 12 MW, 5 MW, etc.

ISOLANTES SÓLIDOS (Extrudados)	**TERMOPLÁSTICOS**	- Cloreto de Polivinila (PVC). - Polietileno (PE ou PET). - Polipropileno. - Polivinil Antiflam.
	TERMOFIXOS (Vulcanizados)	- Polietileno reticulado (XLPE). - Borracha etileno - propileno (EPR). - Borracha de Silicone.
ESTRATIFICADOS	- Papel impregnado com massa. - Papel impregnado com óleo fluído sob pressão.	
OUTROS MATERIAIS	- Fibra de vidro. - Verniz	

Condutores Elétricos

- **ISOLAÇÃO**
  - A isolação dos fios e cabos é sempre feita para uma determinada **"Classe de isolamento",** relacionada com a **espessura da isolação** e com as características da instalação.
  - A tensão de isolamento é indicada por dois valores Vo/V; "Vo" refere-se à tensão fase - terra e "V" à tensão fase - fase.

Tipo	Tensão (Vo/V)	
Condutores para Baixa Tensão	300/300 300/500 450/750 0,6/ 1 kV	
Condutores para Média Tensão	1,8/ 3,0 kV 3,6/ 6,0 kV 6,0/10,0 kV 8,7/15,0 kV	12,0/20,0 kV 15,0/25,0 kV 20,0/35,0 kV

Isolação	Isolamento
Refere-se à qualidade e espécie (tipo)	É quantitativo
Isolação de: PVC, EPR, etc.	Tensão de isolamento. Resistência de isolamento.

Condutores Elétricos

- **ISOLAÇÃO**
  - Em instalações elétricas prediais de um modo geral, são utilizados condutores (fios e cabos) com isolação de PVC, tipo BWF (resistentes à chama), conforme as normas brasileiras NBR 6148, NBR 6245 e NBR 6812.

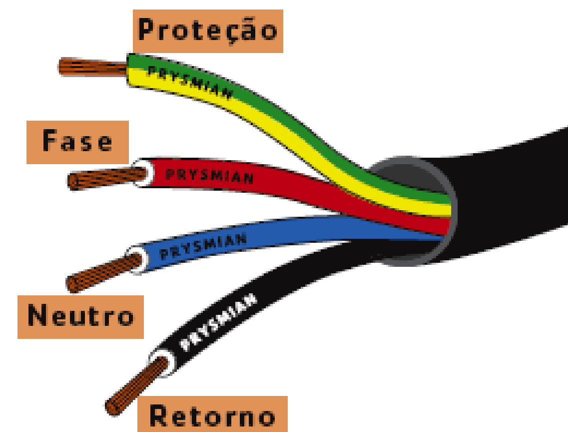
Tipo de isolação	Temperatura máxima para serviço contínuo (condutor) °C	Temperatura limite de sobrecarga (condutor) °C	Temperatura limite de curto-circuito (condutor) °C
Policloreto de vinila (PVC) até 300 mm^2	70	100	160
Policloreto de vinila (PVC) maior que 300 mm^2	70	100	140
Borracha etileno-propileno (EPR)	90	130	250
Polietileno reticulado (XLPE)	90	130	250

Cores dos Condutores Elétricos

- Ao contrário do que muitos pensam é correto e necessário utilizar a mesma cor para fios com a mesma função.

- O objetivo disso é facilitar qualquer intervenção futura nas instalações elétricas.

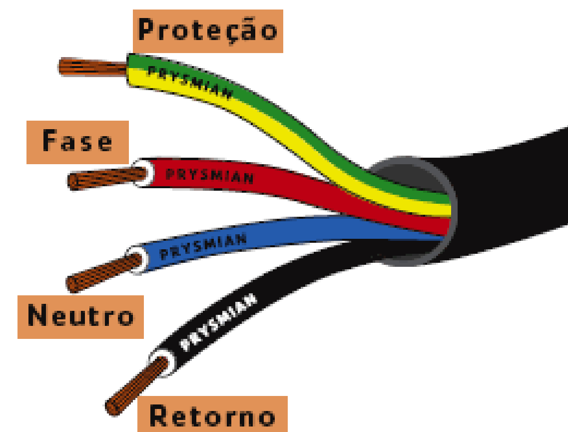
- As cores para **instalações residenciais e prediais** seguem um padrão de cor propriamente dito e são utilizadas as seguintes:
  - **Vermelha:** condutores de fase;
  - **Azul-claro ou branco:** neutro;
  - **Verde ou verde-amarelo:** aterramento ou proteção;
  - **Preto e demais cores:** retorno de fase ou retorno de neutro.



Cores dos Condutores Elétricos

- As cores para **instalações industriais** seguem um **padrão diferente**, sendo divididas por tipos de circuito já que temos o circuito de força e o de comando.

- Não existe uma cor correta para diferenciar circuito de força do de comando, o importante mesmo é usar cores diferentes para os dois. Por exemplo:
    - **Vermelho ou preto:** circuito de força (indiferente se é fase ou retorno já que é difícil até definir o que é fase e o que é retorno de fase);
    - **Preto ou cinza:** circuito de comando;
    - **Azul claro ou branco:** neutro no circuito de comando e de força;
    - **Verde ou verde-amarelo:** aterramento ou proteção.



Cores dos Condutores Elétricos



• Segundo a NBR 5410, os condutores utilizados nas linhas elétricas devem ser de cobre ou alumínio, sendo que o alumínio possui restrições.

O uso de condutores de alumínio só é admitido:

• Em instalações de estabelecimentos industriais podem ser utilizados condutores de alumínio, desde que, simultaneamente:

a) a seção nominal dos condutores seja igual ou superior a 16 mm2,

b) a instalação seja alimentada diretamente por subestação de transformação ou transformador, a partir de uma rede de alta tensão, ou possua fonte própria, e

c) a instalação e a manutenção sejam realizadas por pessoas qualificadas (BA5, tabela 18).

Em locais BD4 (ver tabela 21) não é permitido, em nenhuma circunstância, o emprego de condutores de alumínio.

UNISOCIESC
Educação e Tecnologia

Cores dos Condutores Elétricos

O uso de condutores de alumínio só é admitido:

• Em instalações de estabelecimentos comerciais podem ser utilizados condutores de alumínio, desde que, simultaneamente:

a) a seção nominal dos condutores seja igual ou superior a 50 mm2,

b) os locais sejam exclusivamente BD1 (ver tabela 21) e

c) a instalação e a manutenção sejam realizadas por pessoas qualificadas (BA5, tabela 18).

As restrições impostas ao uso de condutores de alumínio refletem o estado atual da técnica de conexões no Brasil.

BD1 = edificações não residenciais com baixa densidade de ocupação e altura inferior a 28 m



UNISOCIESC
Educação e Tecnologia

SELEÇÃO E DIMENSIONAMENTO DE CONDUTORES

- Chama-se de **dimensionamento técnico** de um circuito à aplicação dos diversos itens da NBR 5410 relativos à escolha da seção de um condutor e do seu respectivo dispositivo de proteção.

- Os principais critérios da norma são:
  - Seção mínima;
  - Capacidade de condução de corrente;
  - Queda de tensão;
  - Sobrecarga.

- Inicialmente, determina-se as seções dos condutores conforme a **Capacidade de Condução de Corrente** e o **Limite de Queda de Tensão**.

- Posteriormente, quando do dimensionamento dos dispositivos de proteção, verifica-se a capacidade dos condutores com relação às sobrecargas e curto-circuitos.

UNISOCIESC Educação e Tecnologia

SELEÇÃO E DIMENSIONAMENTO DE CONDUTORES

- Uma vez determinadas as seções dos condutores pelos critérios da **Capacidade de Condução de Corrente** e do **Limite de Queda de Tensão**, adota-se como resultado a **MAIOR SEÇÃO**, e escolhe-se o condutor padronizado comercialmente, cuja seção nominal seja igual ou superior à seção calculada.

OBSERVAÇÃO: Todas as TABELAS desta apresentação estão com a mesma numeração da NBR 5410/2004

Método de Capacidade de Condução de Corrente

UNISOCIESC
Educação e Tecnologia

SELEÇÃO E DIMENSIONAMENTO DE CONDUTORES

- **CRITÉRIO DA CAPACIDADE DE CONDUÇÃO DE CORRENTE**
  - Tem por objetivo garantir condições satisfatórias de operação aos condutores e às suas isolações, submetidos aos efeitos térmicos produzidos pela circulação da corrente elétrica.
  - O critério de capacidade de corrente visa garantir as propriedades dos condutores submetidos ao efeito térmico da corrente.

- Para determinar a seção do condutor por capacidade de corrente deve-se seguir os seguintes passos principais:
  - PASSO 1 – Definir o Tipo de Isolação
  - PASSO 2 – Definir a Maneira de Instalar
  - PASSO 3 – Calcular Corrente Nominal ou Corrente de Projeto (I_P)
  - PASSO 4 – Avaliar o Número de Condutores
  - PASSO 5 – Avaliar a Bitola do Condutor para uma Temperatura Ambiente de 30 ºC (condutores não enterrados no solo) ou para uma Temperatura do Solo de 20 ºC (condutores enterrados no solo)
  - PASSO 6 – Calcular o fator de Correção para Dimensionamento de Cabos
  - PASSO 7 – Calcular a Corrente Corrigida I'_P

UNISOCIESC
Educação e Tecnologia

SELEÇÃO E DIMENSIONAMENTO DE CONDUTORES

- **CRITÉRIO DA CAPACIDADE DE CONDUÇÃO DE CORRENTE**

- Roteiro para o Dimensionamento pela Capacidade de Corrente
  - **Para o Condutor FASE.**
    - PASSO 1 – Tipo de Isolação
      – Deve-se inicialmente escolher o tipo de isolação dos condutores. O tipo de isolação determinará a temperatura máxima a que os condutores poderão estar submetidos em regime contínuo, em sobrecarga ou em condição de curto-circuito.

SELEÇÃO E DIMENSIONAMENTO DE CONDUTORES

- **CRITÉRIO DA CAPACIDADE DE CONDUÇÃO DE CORRENTE**
  - Em geral, utilizam-se condutores com isolação de PVC em instalações convencionais prediais

Tabela 35 – Temperaturas características dos condutores

Tipo de isolação	Temperatura máxima para serviço contínuo (condutor) °C	Temperatura limite de sobrecarga (condutor) °C	Temperatura limite de curto-circuito (condutor) °C
Policloreto de vinila (PVC) até 300 mm^2	70	100	160
Policloreto de vinila (PVC) maior que 300 mm^2	70	100	140
Borracha etileno-propileno (EPR)	90	130	250
Polietileno reticulado (XLPE)	90	130	250

Fonte – Tabela 35 da NBR 5410/04

SELEÇÃO E DIMENSIONAMENTO DE CONDUTORES

- **CRITÉRIO DA CAPACIDADE DE CONDUÇÃO DE CORRENTE**
  - PASSO 2 – Maneira de Instalar
    - A maneira segundo a qual os condutores estarão instalados (em eletrodutos embutidos ou aparentes, em canaletas ou bandejas subterrâneas, diretamente enterrados ou ao ar livre, em cabos unipolares ou multipolares, etc) influenciará na capacidade de troca térmica entre os condutores e o ambiente, e em conseqüência, na capacidade de condução de corrente elétrica dos mesmos.
    - Se um determinado circuito apresentar, ao longo de seus diversos trechos, mais de uma maneira de instalação, devemos considerar, para efeito de dimensionamento, aquela que apresente a condição mais desfavorável de troca térmica com o meio ambiente.

- **CRITÉRIO DA CAPACIDADE DE CONDUÇÃO DE CORRENTE**

Tabela 33 – Tipos de Linhas Elétricas

Método de instalação número	Esquema ilustrativo	Descrição	Método de referência[1)]
1	Face interna	Condutores isolados ou cabos unipolares em eletroduto de seção circular embutido em parede termicamente isolante[2)]	A1
2	Face interna	Cabo multipolar em eletroduto de seção circular embutido em parede termicamente isolante[2)]	A2
3		Condutores isolados ou cabos unipolares em eletroduto aparente de seção circular sobre parede ou espaçado desta menos de 0,3 vez o diâmetro do eletroduto	B1

- **CRITÉRIO DA CAPACIDADE DE CONDUÇÃO DE CORRENTE**

Tabela 33 – Tipos de Linhas Elétricas (continuação)

4		Cabo multipolar em eletroduto aparente de seção circular sobre parede ou espaçado desta menos de 0,3 vez o diâmetro do eletroduto	B2
5		Condutores isolados ou cabos unipolares em eletroduto aparente de seção não-circular sobre parede	B1
6		Cabo multipolar em eletroduto aparente de seção não-circular sobre parede	B2
7		Condutores isolados ou cabos unipolares em eletroduto de seção circular embutido em alvenaria	B1
8		Cabo multipolar em eletroduto de seção circular embutido em alvenaria	B2

- **CRITÉRIO DA CAPACIDADE DE CONDUÇÃO DE CORRENTE**

Tabela 33 – Tipos de Linhas Elétricas (continuação)

11		Cabos unipolares ou cabo multipolar sobre parede ou espaçado desta menos de 0,3 vez o diâmetro do cabo	C
11A		Cabos unipolares ou cabo multipolar fixado diretamente no teto	C
11B		Cabos unipolares ou cabo multipolar afastado do teto mais de 0,3 vez o diâmetro do cabo	C
12		Cabos unipolares ou cabo multipolar em bandeja não-perfurada, perfilado ou prateleira[3)]	C
13		Cabos unipolares ou cabo multipolar em bandeja perfurada, horizontal ou vertical [4)]	E (multipolar) F (unipolares)

- **CRITÉRIO DA CAPACIDADE DE CONDUÇÃO DE CORRENTE**

Tabela 33 – Tipos de Linhas Elétricas (continuação)

14		Cabos unipolares ou cabo multipolar sobre suportes horizontais, eletrocalha aramada ou tela	E (multipolar) F (unipolares)
15		Cabos unipolares ou cabo multipolar afastado(s) da parede mais de 0,3 vez o diâmetro do cabo	E (multipolar) F (unipolares)
16		Cabos unipolares ou cabo multipolar em leito	E (multipolar) F (unipolares)
17		Cabos unipolares ou cabo multipolar suspenso(s) por cabo de suporte, incorporado ou não	E (multipolar) F (unipolares)

- **CRITÉRIO DA CAPACIDADE DE CONDUÇÃO DE CORRENTE**

Tabela 33 – Tipos de Linhas Elétricas (continuação)

18		Condutores nus ou isolados sobre isoladores	G
21	D_e V	Cabos unipolares ou cabos multipolares em espaço de construção[5)], sejam eles lançados diretamente sobre a superfície do espaço de construção, sejam instalados em suportes ou condutos abertos (bandeja, prateleira, tela ou leito) dispostos no espaço de construção [5) 6)]	$1,5\ D_e \leq V < 5\ D_e$ B2 $5\ D_e \leq V < 50\ D_e$ B1
22	D_e V	Condutores isolados em eletroduto de seção circular em espaço de construção [5) 7)]	$1,5\ D_e \leq V < 20\ D_e$ B2 $V \geq 20\ D_e$ B1
23		Cabos unipolares ou cabo multipolar em eletroduto de seção circular em espaço de construção [5) 7)]	B2

- **CRITÉRIO DA CAPACIDADE DE CONDUÇÃO DE CORRENTE**

Tabela 33 – Tipos de Linhas Elétricas (continuação)

24		Condutores isolados em eletroduto de seção não-circular ou eletrocalha em espaço de construção[5)]	$1,5\ D_e \leq V < 20\ D_e$ B2 $V \geq 20\ D_e$ B1
25		Cabos unipolares ou cabo multipolar em eletroduto de seção não-circular ou eletrocalha em espaço de construção [5)]	B2
26		Condutores isolados em eletroduto de seção não-circular embutido em alvenaria[6)]	$1,5 \leq V < 5\ D_e$ B2 $5\ D_e \leq V < 50\ D_e$ B1
27		Cabos unipolares ou cabo multipolar em eletroduto de seção não-circular embutido em alvenaria	B2

- **CRITÉRIO DA CAPACIDADE DE CONDUÇÃO DE CORRENTE**

Tabela 33 – Tipos de Linhas Elétricas (continuação)

31 32	31 32	Condutores isolados ou cabos unipolares em eletrocalha sobre parede em percurso horizontal ou vertical	B1
31ª 32ª	31A 31B	Cabo multipolar em eletrocalha sobre parede em percurso horizontal ou vertical	B2
33		Condutores isolados ou cabos unipolares em canaleta fechada embutida no piso	B1

- **CRITÉRIO DA CAPACIDADE DE CONDUÇÃO DE CORRENTE**

Tabela 33 – Tipos de Linhas Elétricas (continuação)

34		Cabo multipolar em canaleta fechada embutida no piso	B2
35		Condutores isolados ou cabos unipolares em eletrocalha ou perfilado suspensa(o)	B1
36		Cabo multipolar em eletrocalha ou perfilado suspensa(o)	B2
41	D_e V	Condutores isolados ou cabos unipolares em eletroduto de seção circular contido em canaleta fechada com percurso horizontal ou vertical [7)]	$1{,}5\ D_e \leq V < 20\ D_e$ B2 $V \geq 20\ D_e$ B1

- **CRITÉRIO DA CAPACIDADE DE CONDUÇÃO DE CORRENTE**

Tabela 33 – Tipos de Linhas Elétricas (continuação)

42		Condutores isolados em eletroduto de seção circular contido em canaleta ventilada embutida no piso	B1
43		Cabos unipolares ou cabo multipolar em canaleta ventilada embutida no piso	B1
51		Cabo multipolar embutido diretamente em parede termicamente isolante [2)]	A1
52		Cabos unipolares ou cabo multipolar embutido(s) diretamente em alvenaria sem proteção mecânica adicional	C

- **CRITÉRIO DA CAPACIDADE DE CONDUÇÃO DE CORRENTE**

Tabela 33 – Tipos de Linhas Elétricas (continuação)

53		Cabos unipolares ou cabo multipolar embutido(s) diretamente em alvenaria com proteção mecânica adicional	C
61		Cabo multipolar em eletroduto(de seção circular ou não) ou em canaleta não-ventilada enterrado(a)	D
61A		Cabos unipolares em eletroduto(de seção não-circular ou não) ou em canaleta não-ventilada enterrado(a)[8]	D
63		Cabos unipolares ou cabo multipolar diretamente enterrado(s), com proteção mecânica adicional[9]	D

- **CRITÉRIO DA CAPACIDADE DE CONDUÇÃO DE CORRENTE**

Tabela 33 – Tipos de Linhas Elétricas (continuação)

71		Condutores isolados ou cabos unipolares em moldura	A1
72 72A	Sinal 1 Sinal 2 72 / Sinal 1 Sinal 2 72A	72 - Condutores isolados ou cabos unipolares em canaleta provida de separações sobre parede 72A - Cabo multipolar em canaleta provida de separações sobre parede	B1 B2
73		Condutores isolados em eletroduto, cabos unipolares ou cabo multipolar embutido(s) em caixilho de porta	A1

- **CRITÉRIO DA CAPACIDADE DE CONDUÇÃO DE CORRENTE**

Tabela 33 – Tipos de Linhas Elétricas (continuação)

74		Condutores isolados em eletroduto, cabos unipolares ou cabo multipolar embutido(s) em caixilho de janela	A1
75 75A	Sinal 1 Sinal 2 (75) Sinal 1 Sinal 2 (75A)	75 - Condutores isolados ou cabos unipolares em canaleta embutida em parede 75A - Cabo multipolar em canaleta embutida em parede	B1 B2

Fonte – Tabela 33 da NBR 5410/04

- **CRITÉRIO DA CAPACIDADE DE CONDUÇÃO DE CORRENTE**

Tabela 33 – Tipos de Linhas Elétricas (continuação)

1) Método de referência a ser utilizado na determinação da capacidade de condução de corrente. Ver 6.2.5.1.2.

2) Assume-se que a face interna da parede apresenta uma condutância térmica não inferior a 10 $W/m^2.K$.

3) Admitem-se também condutores isolados em perfilado, desde que nas condições definidas na nota de 6.2.11.4.1.

4) A capacidade de condução de corrente para bandeja perfurada foi determinada considerando-se que os furos ocupassem no mínimo 30% da área da bandeja. Se os furos ocuparem menos de 30% da área da bandeja, ela deve ser considerada como "não-perfurada".

5) Conforme a ABNT NBR IEC 60050 (826), os poços, as galerias, os pisos técnicos, os condutos formados por blocos alveolados, os forros falsos, os pisos elevados e os espaços internos existentes em certos tipos de divisórias (como, por exemplo, as paredes de gesso acartonado) são considerados espaços de construção.

6) De é o diâmetro externo do cabo, no caso de cabo multipolar. No caso de cabos unipolares ou condutores isolados, distinguem-se duas situações:

– três cabos unipolares (ou condutores isolados) dispostos em trifólio: De deve ser tomado igual a 2,2 vezes o diâmetro do cabo unipolar ou condutor isolado;

– três cabos unipolares (ou condutores isolados) agrupados num mesmo plano: De deve ser tomado igual a 3 vezes o diâmetro do cabo unipolar ou condutor isolado.

7) De é o diâmetro externo do eletroduto, quando de seção circular, ou altura/profundidade do eletroduto de seção não-circular ou da eletrocalha.

8) Admite-se também o uso de condutores isolados, desde que nas condições definidas na nota de 6.2.11.6.1.

- **CRITÉRIO DA CAPACIDADE DE CONDUÇÃO DE CORRENTE**

Tabela 33 – Tipos de Linhas Elétricas (continuação)

[9] Admitem-se cabos diretamente enterrados sem proteção mecânica adicional, desde que esses cabos sejam providos de armação (ver 6.2.11.6). Deve-se notar, porém, que esta Norma não fornece valores de capacidade de condução de corrente para cabos armados. Tais capacidades devem ser determinadas como indicado na ABNT NBR 11301.

NOTA Em linhas ou trechos verticais, quando a ventilação for restrita, deve-se atentar para risco de aumento considerável da temperatura ambiente no topo do trecho vertical.

UNISOCIESC
Educação e Tecnologia

SELEÇÃO E DIMENSIONAMENTO DE CONDUTORES

- **CRITÉRIO DA CAPACIDADE DE CONDUÇÃO DE CORRENTE**
  - Os **métodos de referência** são os métodos de instalação, indicados na IEC 60364-5-52, para os quais a capacidade de condução de corrente foi determinada por ensaio ou por cálculo. São eles:
    - **A1:** condutores isolados em eletroduto de seção circular embutido em parede termicamente isolante;
    - **A2:** cabo multipolar em eletroduto de seção circular embutido em parede termicamente isolante;
    - **B1:** condutores isolados em eletroduto de seção circular sobre parede de madeira;
    - **B2:** cabo multipolar em eletroduto de seção circular sobre parede de madeira;
    - **C:** cabos unipolares ou cabo multipolar sobre parede de madeira;
    - **D:** cabo multipolar em eletroduto enterrado no solo;
    - **E:** cabo multipolar ao ar livre;
    - **F:** cabos unipolares justapostos (na horizontal, na vertical ou em trifólio) ao ar livre;
    - **G:** cabos unipolares espaçados ao ar livre.

Para cada método de instalação dado na tabela 33 é indicado o método de referência no qual ele se enquadra, a ser utilizado para a obtenção da capacidade de condução de corrente.

SELEÇÃO E DIMENSIONAMENTO DE CONDUTORES

- **CRITÉRIO DA CAPACIDADE DE CONDUÇÃO DE CORRENTE**
  - Para cada método de instalação dado na tabela 33 é indicado o método de referência no qual ele se enquadra, a ser utilizado para a obtenção da capacidade de condução de corrente.
  - A corrente transportada por qualquer condutor, durante períodos prolongados em funcionamento normal, deve ser tal que a temperatura máxima para serviço contínuo dada na tabela 35 não seja ultrapassada.
  - A afirmação acima é considerada atendida se a corrente nos condutores não for superior às capacidades de condução de corrente adequadamente obtidas das tabelas 36 a 39, corrigidas, se for o caso, pelos fatores indicados nas tabelas 40 a 45.
  - As tabelas 36 a 39 fornecem as capacidades de condução de corrente para os métodos de referência A1, A2, B1, B2, C, D, E, F e G, aplicáveis a diversos tipos de linhas, conforme indicado na tabela 33.

- **CRITÉRIO DA CAPACIDADE DE CONDUÇÃO DE CORRENTE**
  - PASSO 3 – Corrente Nominal ou Corrente de Projeto (I_P)
    - Circuito Monofásico (fase e neutro)

$$Ip = \frac{Pn}{v \times \cos\varphi \times \eta}$$

Ip: Corrente de Projeto do circuito, em ampéres (A)
Pn: Potência nominal do circuito, em watts;
v: Tensão entre fase e neutro, em volts;
Cosφ: Fator de potência
η: Rendimento, isto é, a relação entre a Potência de saída Ps e a Potência de Entrada Pe de um equipamento (η = Ps/Pe)

Observação

Para circuitos puramente resistivos, compostos apenas por lâmpadas incandescentes e resistências, por exemplo, temos η=1 e Cosφ = 1, com isso Ip = Pn / V.

- **CRITÉRIO DA CAPACIDADE DE CONDUÇÃO DE CORRENTE**
  - PASSO 3 – Corrente Nominal ou Corrente de Projeto (I_P)

Circuitos Trifásicos (3F e N):

$$Ip = \frac{\mathrm{Pn}}{3 \times v \times \cos\varphi \times \eta}$$

Circuitos Trifásicos Equilibrados (3F):

$$Ip = \frac{\mathrm{Pn}}{\sqrt{3} \times V \times \cos\varphi \times \eta}$$

Circuitos Bifásicos (2F):

$$Ip = \frac{\mathrm{Pn}}{V \times \cos\varphi \times \eta}$$

V: Tensão entre fases, em volts.

- **CRITÉRIO DA CAPACIDADE DE CONDUÇÃO DE CORRENTE**
  - PASSO 4 – Número de Condutores
    - Considera-se condutor carregado aquele que efetivamente é percorrido pela corrente elétrica no funcionamento normal do circuito. Neste caso, consideram-se os condutores fase e neutro.
    - Os condutores utilizados unicamente como condutores de proteção (PE) não são considerados. Os condutores PEN são considerados como condutores neutros.

Tabela 46 — Número de condutores carregados a ser considerado, em função do tipo de circuito

Tabela 46 — Número de condutores carregados a ser considerado, em função do tipo de circuito

Esquema de condutores vivos do circuito	Número de condutores carregados a ser adotado
Monofásico a dois condutores	2
Monofásico a três condutores	2
Duas fases sem neutro	2
Duas fases com neutro	3
Trifásico sem neutro	3
Trifásico com neutro	3 ou 4[1)]
[1)] Ver 6.2.5.6.1.	

SELEÇÃO E DIMENSIONAMENTO DE CONDUTORES

- **CRITÉRIO DA CAPACIDADE DE CONDUÇÃO DE CORRENTE**
  - PASSO 4 – Número de Condutores
    - Podemos ter:
      - Circuito Trifásico com neutro: **4** condutores (c.c.), ou 3 c.c. se o circuito for equilibrado;

        Obs: Enquadram-se como **4** c.c., os alimentadores gerais de quadros trifásicos.
      - Circuito trifásico sem neutro: **3** c.c.;

        Obs: São, em geral, os circuitos terminais para motores trifásicos.
      - Circuito bifásico a 3 condutores: **3** c.c.;

        Obs: alimentadores gerais de quadros bifásicos.
      - Circuito bifásico a 2 condutores: **2** c.c.;

        Obs: Circuitos terminais para chuveiros elétricos, ligados F-F, 220V, por exemplo, onde a tensão F-N é 127V.
      - Circuito monofásico a 3 condutores: **3** c.c.;

        Obs: Circuitos alimentadores derivados de transformadores monofáicos com tap (derivação) central no secundário.
      - Circuito monofásico a 2 condutores: **2** c.c.;

        Obs: Caso geral de circuitos terminais monofásicos F-N.

- **CRITÉRIO DA CAPACIDADE DE CONDUÇÃO DE CORRENTE**
  - PASSO 5 – Bitola do Condutor para uma Temperatura Ambiente de 30 ºC (condutores não enterrados no solo) ou para uma Temperatura do Solo de 20 ºC (condutores enterrados no solo)
    - O valor da temperatura ambiente a utilizar é o da temperatura do meio circundante quando o condutor considerado não estiver carregado.

- **CRITÉRIO DA CAPACIDADE DE CONDUÇÃO DE CORRENTE**
  - PASSO 5 – Bitola do Condutor para uma Temperatura Ambiente de 30 ºC (condutores não enterrados no solo) ou para uma Temperatura do Solo de 20 ºC (condutores enterrados no solo)
    - Tendo-se definido os PASSOS anteriores. Entra-se em uma das **Tabelas 36 a 39 da NBR 5410/04**, e na coluna correspondente aos dados acima, encontraremos a bitola do condutor, que deverá ser aquela que, **por excesso**, atenda ao valor da corrente nas condições de instalação definidas para o circuito.

- **CRITÉRIO DA CAPACIDADE DE CONDUÇÃO DE CORRENTE**

Tabela 36 — Capacidades de condução de corrente, em ampères, para os métodos de referência A1, A2, B1, B2, C e D

Condutores: cobre e alumínio
Isolação: PVC
Temperatura no condutor: 70 °C
Temperaturas de referência do ambiente: 30 °C (ar), 20 °C (solo)

Seções nominais mm²	Métodos de referência indicados na tabela 33											
	A1		A2		B1		B2		C		D	
	Número de condutores carregados											
	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
Cobre												
0,5	7	7	7	7	9	8	9	8	10	9	12	10
0,75	9	9	9	9	11	10	11	10	13	11	15	12
1	11	10	11	10	14	12	13	12	15	14	18	15
1,5	14,5	13,5	14	13	17,5	15,5	16,5	15	19,5	17,5	22	18
2,5	19,5	18	18,5	17,5	24	21	23	20	27	24	29	24
4	26	24	25	23	32	28	30	27	36	32	38	31
6	34	31	32	29	41	36	38	34	46	41	47	39
10	46	42	43	39	57	50	52	46	63	57	63	52
16	61	56	57	52	76	68	69	62	85	76	81	67
25	80	73	75	68	101	89	90	80	112	96	104	86
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]

- **CRITÉRIO DA CAPACIDADE DE CONDUÇÃO DE CORRENTE**

Tabela 36 — Continuação

Seções nominais mm²	Métodos de referência indicados na tabela 33											
	A1		A2		B1		B2		C		D	
	Número de condutores carregados											
	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
35	99	89	92	83	125	110	111	99	138	119	125	103
50	119	108	110	99	151	134	133	118	168	144	148	122
70	151	136	139	125	192	171	168	149	213	184	183	151
95	182	164	167	150	232	207	201	179	258	223	216	179
120	210	188	192	172	269	239	232	206	299	259	246	203
150	240	216	219	196	309	275	265	236	344	299	278	230
185	273	245	248	223	353	314	300	268	392	341	312	258
240	321	286	291	261	415	370	351	313	461	403	361	297
300	367	328	334	298	477	426	401	358	530	464	408	336
400	438	390	398	355	571	510	477	425	634	557	478	394
500	502	447	456	406	656	587	545	486	729	642	540	445
630	578	514	526	457	758	678	626	559	843	743	614	506
800	669	593	609	540	881	788	723	645	978	865	700	577
1 000	767	679	698	618	1 012	906	827	738	1 125	996	792	652

SELEÇÃO E DIMENSIONAMENTO DE CONDUTORES

- **CRITÉRIO DA CAPACIDADE DE CONDUÇÃO DE CORRENTE**

Seções nominais mm^2	Métodos de referência indicados na tabela 33											
	A1		A2		B1		B2		C		D	
	Número de condutores carregados											
	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
Alumínio												
16	48	43	44	41	60	53	54	48	66	59	62	52
25	63	57	58	53	79	70	71	62	83	73	80	66
35	77	70	71	65	97	86	86	77	103	90	96	80
50	93	84	86	78	118	104	104	92	125	110	113	94
70	118	107	108	98	150	133	131	116	160	140	140	117
95	142	129	130	118	181	161	157	139	195	170	166	138
120	164	149	150	135	210	186	181	160	226	197	189	157
150	189	170	172	155	241	214	206	183	261	227	213	178
185	215	194	195	176	275	245	234	208	298	259	240	200
240	252	227	229	207	324	288	274	243	352	305	277	230
300	289	261	263	237	372	331	313	278	406	351	313	260
400	345	311	314	283	446	397	372	331	488	422	366	305
500	396	356	360	324	512	456	425	378	563	486	414	345
630	456	410	416	373	592	527	488	435	653	562	471	391
800	529	475	482	432	687	612	563	502	761	654	537	446
1 000	607	544	552	495	790	704	643	574	878	753	607	505

Fonte – Tabela 36 da NBR 5410/04

- **CRITÉRIO DA CAPACIDADE DE CONDUÇÃO DE CORRENTE**

Tabela 37 — Capacidades de condução de corrente, em ampères, para os métodos de referência A1, A2, B1, B2, C e D

Condutores: cobre e alumínio
Isolação: EPR ou XLPE
Temperatura no condutor: 90 °C
Temperaturas de referência do ambiente: 30 °C (ar), 20 °C (solo)

Seções nominais mm²	Métodos de referência indicados na tabela 33											
	A1		A2		B1		B2		C		D	
	Número de condutores carregados											
	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
	Cobre											
0,5	10	9	10	9	12	10	11	10	12	11	14	12
0,75	12	11	12	11	15	13	15	13	16	14	18	15
1	15	13	14	13	18	16	17	15	19	17	21	17
1,5	19	17	18,5	16,5	23	20	22	19,5	24	22	26	22
2,5	26	23	25	22	31	28	30	26	33	30	34	29
4	35	31	33	30	42	37	40	35	45	40	44	37
6	45	40	42	38	54	48	51	44	58	52	56	46
10	61	54	57	51	75	66	69	60	80	71	73	61
16	81	73	76	68	100	88	91	80	107	96	95	79

SELEÇÃO E DIMENSIONAMENTO DE CONDUTORES

- **CRITÉRIO DA CAPACIDADE DE CONDUÇÃO DE CORRENTE**

Tabela 37 — Continuação

Seções nominais mm2	Métodos de referência indicados na tabela 33											
	A1		A2		B1		B2		C		D	
	Número de condutores carregados											
	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
25	106	95	99	89	133	117	119	105	138	119	121	101
35	131	117	121	109	164	144	146	128	171	147	146	122
50	158	141	145	130	198	175	175	154	209	179	173	144
70	200	179	183	164	253	222	221	194	269	229	213	178
95	241	216	220	197	306	269	265	233	328	278	252	211
120	278	249	253	227	354	312	305	268	382	322	287	240
150	318	285	290	259	407	358	349	307	441	371	324	271
185	362	324	329	295	464	408	395	348	506	424	363	304
240	424	380	386	346	546	481	462	407	599	500	419	351
300	486	435	442	396	628	553	529	465	693	576	474	396
400	579	519	527	472	751	661	628	552	835	692	555	464
500	664	595	604	541	864	760	718	631	966	797	627	525
630	765	685	696	623	998	879	825	725	1 122	923	711	596
800	885	792	805	721	1 158	1020	952	837	1 311	1 074	811	679
1 000	1014	908	923	826	1332	1 173	1 088	957	1 515	1 237	916	767

- **CRITÉRIO DA CAPACIDADE DE CONDUÇÃO DE CORRENTE**

Tabela 37 — Continuação

Seções nominais mm²	Métodos de referência indicados na tabela 33											
	A1		A2		B1		B2		C		D	
	Número de condutores carregados											
	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
Alumínio												
16	64	58	60	55	79	71	72	64	84	76	73	61
25	84	76	78	71	105	93	94	84	101	90	93	78
35	103	94	96	87	130	116	115	103	126	112	112	94
50	125	113	115	104	157	140	138	124	154	136	132	112
70	158	142	145	131	200	179	175	156	198	174	163	138
95	191	171	175	157	242	217	210	188	241	211	193	164
120	220	197	201	180	281	251	242	216	280	245	220	186
150	253	226	230	206	323	289	277	248	324	283	249	210
185	288	256	262	233	368	330	314	281	371	323	279	236
240	338	300	307	273	433	389	368	329	439	382	322	272
300	387	344	352	313	499	447	421	377	508	440	364	308
400	462	409	421	372	597	536	500	448	612	529	426	361
500	530	468	483	426	687	617	573	513	707	610	482	408
630	611	538	556	490	794	714	658	590	821	707	547	464
800	708	622	644	566	922	830	760	682	958	824	624	529
1 000	812	712	739	648	1061	955	870	780	1108	950	706	598

Fonte – Tabela 37 da NBR 5410/04

- **CRITÉRIO DA CAPACIDADE DE CONDUÇÃO DE CORRENTE**

Tabela 38 — Capacidades de condução de corrente, em ampères, para os métodos de referência E, F e G

Condutores: cobre e alumínio

Isolação: PVC

Temperatura no condutor: 70 °C

Temperatura ambiente de referência: 30 °C

Seções nominais dos condutores mm²	Métodos de referência indicados na tabela 33						
	Cabos multipolares		Cabos unipolares[1)]				
	Dois condutores carregados	Três condutores carregados	Dois condutores carregados, justapostos	Três condutores carregados, em trifólio	Três condutores carregados, no mesmo plano		
					Justapostos	Espaçados	
						Horizontal	Vertical
	Método E	Método E	Método F	Método F	Método F	Método G	Método G
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
Cobre							
0,5	11	9	11	8	9	12	10
0,75	14	12	14	11	11	16	13
1	17	14	17	13	14	19	16
1,5	22	18,5	22	17	18	24	21
2,5	30	25	31	24	25	34	29

- **CRITÉRIO DA CAPACIDADE DE CONDUÇÃO DE CORRENTE**

Tabela 38 — Continuação

Seções nominais dos condutores mm^2	Métodos de referência indicados na tabela 33						
	Cabos multipolares		Cabos unipolares[1)]				
	Dois condutores carregados	Três condutores carregados	Dois condutores carregados, justapostos	Três condutores carregados, em trifólio	Três condutores carregados, no mesmo plano		
					Justapostos	Espaçados	
						Horizontal	Vertical
	Método E	Método E	Método F	Método F	Método F	Método G	Método G
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
4	40	34	41	33	34	45	39
6	51	43	53	43	45	59	51
10	70	60	73	60	63	81	71
16	94	80	99	82	85	110	97
25	119	101	131	110	114	146	130
35	148	126	162	137	143	181	162
50	180	153	196	167	174	219	197
70	232	196	251	216	225	281	254
95	282	238	304	264	275	341	311
120	328	276	352	308	321	396	362
150	379	319	406	356	372	456	419
185	434	364	463	409	427	521	480
240	514	430	546	485	507	615	569
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]

- **CRITÉRIO DA CAPACIDADE DE CONDUÇÃO DE CORRENTE**

Tabela 38 — Continuação

Seções nominais dos condutores mm^2	Métodos de referência indicados na tabela 33						
	Cabos multipolares		Cabos unipolares[1)]				
	Dois condutores carregados	Três condutores carregados	Dois condutores carregados, justapostos	Três condutores carregados, em trifólio	Três condutores carregados, no mesmo plano		
					Justapostos	Espaçados	
						Horizontal	Vertical
	Método E	Método E	Método F	Método F	Método F	Método G	Método G
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
300	593	497	629	561	587	709	659
400	715	597	754	656	689	852	795
500	826	689	868	749	789	982	920
630	958	798	1005	855	905	1138	1070
800	1118	930	1169	971	1119	1325	1251
1 000	1 292	1 073	1 346	1 079	1 296	1 528	1 448

- **CRITÉRIO DA CAPACIDADE DE CONDUÇÃO DE CORRENTE**

Tabela 38 — Continuação

Seções nominais dos condutores mm^2	Métodos de referência indicados na tabela 33						
	Cabos multipolares		Cabos unipolares[1)]				
	Dois condutores carregados	Três condutores carregados	Dois condutores carregados, justapostos	Três condutores carregados, em trifólio	Três condutores carregados, no mesmo plano		
					Justapostos	Espaçados	
						Horizontal	Vertical
	Método E	Método E	Método F	Método F	Método F	Método G	Método G
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
Alumínio							
16	73	61	73	62	65	84	73
25	89	78	98	84	87	112	99
35	111	96	122	105	109	139	124
50	135	117	149	128	133	169	152
70	173	150	192	166	173	217	196
95	210	183	235	203	212	265	241
120	244	212	273	237	247	308	282
150	282	245	316	274	287	356	327
185	322	280	363	315	330	407	376
240	380	330	430	375	392	482	447

- **CRITÉRIO DA CAPACIDADE DE CONDUÇÃO DE CORRENTE**

Tabela 38 — Continuação

Seções nominais dos condutores mm^2	Métodos de referência indicados na tabela 33						
	Cabos multipolares		Cabos unipolares[1]				
	Dois condutores carregados	Três condutores carregados	Dois condutores carregados, justapostos	Três condutores carregados, em trifólio	Três condutores carregados, no mesmo plano		
					Justapostos	Espaçados	
						Horizontal	Vertical
	Método E	Método E	Método F	Método F	Método F	Método G	Método G
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
300	439	381	497	434	455	557	519
400	528	458	600	526	552	671	629
500	608	528	694	610	640	775	730
630	705	613	808	711	640	775	730
800	822	714	944	832	875	1050	1000
1 000	948	823	1 092	965	1 015	1 213	1 161

[1] Ou, ainda, condutores isolados, quando o método de instalação permitir.

- **CRITÉRIO DA CAPACIDADE DE CONDUÇÃO DE CORRENTE**

Tabela 39 — Capacidades de condução de corrente, em ampères, para os métodos de referência E, F e G

Condutores: cobre e alumínio
Isolação: EPR ou XLPE
Temperatura no condutor: 90 °C
Temperatura ambiente de referência: 30 °C

Seções nominais dos condutores mm²	Métodos de referência indicados na tabela 33						
	Cabos multipolares		Cabos unipolares[1]				
	Dois condutores carregados	Três condutores carregados	Dois condutores carregados, justapostos	Três condutores carregados, em trifólio	Três condutores carregados, no mesmo plano		
					Justapostos	Espaçados	
						Horizontal	Vertical
	Método E	Método E	Método F	Método F	Método F	Método G	Método G
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
Cobre							
0,5	13	12	13	10	10	15	12
0,75	17	15	17	13	14	19	16
1	21	18	21	16	17	23	19
1,5	26	23	27	21	22	30	25
2,5	36	32	37	29	30	41	35
4	49	42	50	40	42	56	48
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]

- **CRITÉRIO DA CAPACIDADE DE CONDUÇÃO DE CORRENTE**

Tabela 39 — Continuação

Seções nominais dos condutores mm^2	Métodos de referência indicados na tabela 33						
	Cabos multipolares		Cabos unipolares[1]				
	Dois condutores carregados	Três condutores carregados	Dois condutores carregados, justapostos	Três condutores carregados, em trifólio	Três condutores carregados, no mesmo plano		
					Justapostos	Espaçados	
						Horizontal	Vertical
	Método E	Método E	Método F	Método F	Método F	Método G	Método G
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
6	63	54	65	53	55	73	63
10	86	75	90	74	77	101	88
16	115	100	121	101	105	137	120
25	149	127	161	135	141	182	161
35	185	158	200	169	176	226	201
50	225	192	242	207	216	275	246
70	289	246	310	268	279	353	318
95	352	298	377	328	342	430	389
120	410	346	437	383	400	500	454
150	473	399	504	444	464	577	527
185	542	456	575	510	533	661	605
240	641	538	679	607	634	781	719
300	741	621	783	703	736	902	833

- **CRITÉRIO DA CAPACIDADE DE CONDUÇÃO DE CORRENTE**

Tabela 39 — Continuação

Seções nominais dos condutores mm²	Métodos de referência indicados na tabela 33						
	Cabos multipolares		Cabos unipolares[1]				
	Dois condutores carregados	Três condutores carregados	Dois condutores carregados, justapostos	Três condutores carregados, em trifólio	Três condutores carregados, no mesmo plano		
					Justapostos	Espaçados	
						Horizontal	Vertical
	Método E	Método E	Método F	Método F	Método F	Método G	Método G
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
400	892	745	940	823	868	1 085	1 008
500	1 030	859	1 083	946	998	1 253	1 169
630	1 196	995	1 254	1 088	1 151	1 454	1 362
800	1 396	1 159	1 460	1 252	1 328	1 696	1 595
1 000	1 613	1 336	1 683	1 420	1 511	1 958	1 849

- **CRITÉRIO DA CAPACIDADE DE CONDUÇÃO DE CORRENTE**

Tabela 39 — Continuação

Seções nominais dos condutores mm²	Métodos de referência indicados na tabela 33						
	Cabos multipolares		Cabos unipolares[1)]				
	Dois condutores carregados	Três condutores carregados	Dois condutores carregados, justapostos	Três condutores carregados, em trifólio	Três condutores carregados, no mesmo plano		
					Justapostos	Espaçados	
						Horizontal	Vertical
	Método E	Método E	Método F	Método F	Método F	Método G	Método G
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
Alumínio							
16	91	77	90	76	79	103	90
25	108	97	121	103	107	138	122
35	135	120	150	129	135	172	153
50	164	146	184	159	165	210	188
70	211	187	237	206	215	271	244
95	257	227	289	253	264	332	300
120	300	263	337	296	308	387	351
150	346	304	389	343	358	448	408
185	397	347	447	395	413	515	470
240	470	409	530	471	492	611	561
300	543	471	613	547	571	708	652
400	654	566	740	663	694	856	792
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]

- **CRITÉRIO DA CAPACIDADE DE CONDUÇÃO DE CORRENTE**

Tabela 39 — Continuação

Seções nominais dos condutores mm²	Métodos de referência indicados na tabela 33						
	Cabos multipolares		Cabos unipolares[1]				
	Dois condutores carregados	Três condutores carregados	Dois condutores carregados, justapostos	Três condutores carregados, em trifólio	Três condutores carregados, no mesmo plano		
					Justapostos	Espaçados	
						Horizontal	Vertical
	Método E	Método E	Método F	Método F	Método F	Método G	Método G
			ou		ou	De	De
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
500	756	652	856	770	806	991	921
630	879	755	996	899	942	1 154	1 077
800	1 026	879	1 164	1 056	1 106	1 351	1 266
1 000	1 186	1 012	1 347	1 226	1 285	1 565	1 472

[1] Ou, ainda, condutores isolados, quando o método de instalação permitir.

- **CRITÉRIO DA CAPACIDADE DE CONDUÇÃO DE CORRENTE**
  - PASSO 6 – fator de Correção para Dimensionamento de Cabos
    - Ao efetuar o dimensionamento dos condutores, será necessário aplicar fatores de correção, de forma a adequar cada caso específico as condições para as quais foram elaboradas as tabelas de capacidade de condução de corrente.
    - São, basicamente, duas as correções a fazer, correspondendo a cada uma delas um fator de correção:
      - Fator de Correção de Temperatura – FCT
      - Fator de Correção de Agrupamento - FCA

- **CRITÉRIO DA CAPACIDADE DE CONDUÇÃO DE CORRENTE**
  - PASSO 6 – fator de Correção para Dimensionamento de Cabos
    - **Fator de Correção de Temperatura – FCT**
      - Se os condutores forem instalados em **ambiente cuja temperatura difira** dos valores indicados de **30 ºC** (condutores não enterrados no solo) ou para uma Temperatura do Solo de **20 ºC** (condutores enterrados no solo), sua capacidade de condução de corrente deve ser determinada, usando-se as tabelas 36 a 39, com a aplicação dos fatores de correção dados na tabela 40.

- **CRITÉRIO DA CAPACIDADE DE CONDUÇÃO DE CORRENTE**

Tabela 40 — Fatores de correção para temperaturas ambientes diferentes de 30ºC para linhas não-subterrâneas e de 20ºC (temperatura do solo) para linhas subterrâneas

Temperatura °C	Isolação	
	PVC	EPR ou XLPE
Ambiente		
10	1,22	1,15
15	1,17	1,12
20	1,12	1,08
25	1,06	1,04
35	0,94	0,96
40	0,87	0,91
45	0,79	0,87
50	0,71	0,82
55	0,61	0,76
60	0,50	0,71
65	–	0,65
70	–	0,58
75	–	0,50
80	–	0,41

- **CRITÉRIO DA CAPACIDADE DE CONDUÇÃO DE CORRENTE**

Tabela 40 — Continuação

Temperatura °C	Isolação	
	PVC	EPR ou XLPE
Do solo		
10	1,10	1,07
15	1,05	1,04
25	0,95	0,96
30	0,89	0,93
35	0,84	0,89
40	0,77	0,85
45	0,71	0,80
50	0,63	0,76
55	0,55	0,71
60	0,45	0,65
65	–	0,60
70	–	0,53
75	–	0,46
80	–	0,38

- **CRITÉRIO DA CAPACIDADE DE CONDUÇÃO DE CORRENTE**
  - PASSO 6 – fator de Correção para Dimensionamento de Cabos
    - **Fator de Correção de Agrupamento – FCA**
      - Aplicável para **circuitos** que estejam **instalados** em **conjunto** com **outros circuitos em um mesmo eletroduto**, calha, bloco alveolado, bandeja, agrupados sobre uma superfície, ou ainda para cabos em eletrodutos enterrados, ou cabos diretamente enterrados no solo.

- **CRITÉRIO DA CAPACIDADE DE CONDUÇÃO DE CORRENTE**

Tabela 42: Fatores de correção aplicáveis a condutores agrupados em feixe (em linhas abertas ou fechadas) e a condutores agrupados num mesmo plano, em camada única

Ref.	Forma de agrupamento dos condutores	Número de circuitos ou de cabos multipolares												Tabelas dos métodos de referência
		1	2	3	4	5	6	7	8	9 a 11	12 a 15	16 a 19	≥20	
1	Em feixe: ao ar livre ou sobre superfície; embutidos; em conduto fechado	1,00	0,80	0,70	0,65	0,60	0,57	0,54	0,52	0,50	0,45	0,41	0,38	36 a 39 (métodos A a F)
2	Camada única sobre parede, piso, ou em bandeja não perfurada ou prateleira	1,00	0,85	0,79	0,75	0,73	0,72	0,72	0,71	0,70				36 e 37 (método C)
3	Camada única no teto	0,95	0,81	0,72	0,68	0,66	0,64	0,63	0,62	0,61				
4	Camada única em bandeja perfurada	1,00	0,88	0,82	0,77	0,75	0,73	0,73	0,72	0,72				38 e 39 (métodos E e F)
5	Camada única sobre leito, suporte etc.	1,00	0,87	0,82	0,80	0,80	0,79	0,79	0,78	0,78				

- **CRITÉRIO DA CAPACIDADE DE CONDUÇÃO DE CORRENTE**

Tabela 42 — Continuação

NOTAS

1 Esses fatores são aplicáveis a grupos homogêneos de cabos, uniformemente carregados.

2 Quando a distância horizontal entre cabos adjacentes for superior ao dobro de seu diâmetro externo, não é necessário aplicar nenhum fator de redução.

3 O número de circuitos ou de cabos com o qual se consulta a tabela refere-se

- à quantidade de grupos de dois ou três condutores isolados ou cabos unipolares, cada grupo constituindo um circuito (supondo-se um só condutor por fase, isto é, sem condutores em paralelo), e/ou
- à quantidade de cabos multipolares

que compõe o agrupamento, qualquer que seja essa composição (só condutores isolados, só cabos unipolares, só cabos multipolares ou qualquer combinação).

4 Se o agrupamento for constituído, ao mesmo tempo, de cabos bipolares e tripolares, deve-se considerar o número total de cabos como sendo o número de circuitos e, de posse do fator de agrupamento resultante, a determinação das capacidades de condução de corrente, nas tabelas 36 a 39, deve ser então efetuada:

- na coluna de dois condutores carregados, para os cabos bipolares; e
- na coluna de três condutores carregados, para os cabos tripolares.

5 Um agrupamento com N condutores isolados, ou N cabos unipolares, pode ser considerado composto tanto de N/2 circuitos com dois condutores carregados quanto de N/3 circuitos com três condutores carregados.

6 Os valores indicados são médios para a faixa usual de seções nominais, com dispersão geralmente inferior a 5%.

- **CRITÉRIO DA CAPACIDADE DE CONDUÇÃO DE CORRENTE**

Tabela 43 — Fatores de correção aplicáveis a agrupamentos consistindo em mais de uma camada de condutores – Métodos de referência C (tabelas 36 e 37), E e F (tabelas 38 e 39)

		Quantidade de circuitos trifásicos ou de cabos multipolares por camada				
		2	3	4 ou 5	6 a 8	9 e mais
Quantidade de camadas	2	0,68	0,62	0,60	0,58	0,56
	3	0,62	0,57	0,55	0,53	0,51
	4 ou 5	0,60	0,55	0,52	0,51	0,49
	6 a 8	0,58	0,53	0,51	0,49	0,48
	9 e mais	0,56	0,51	0,49	0,48	0,46

NOTAS

1 Os fatores são válidos independentemente da disposição da camada, se horizontal ou vertical.

2 Sobre condutores agrupados em uma única camada, ver tabela 42 (linhas 2 a 5 da tabela).

3 Se forem necessários valores mais precisos, deve-se recorrer à ABNT NBR 11301.

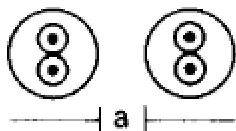
- **CRITÉRIO DA CAPACIDADE DE CONDUÇÃO DE CORRENTE**

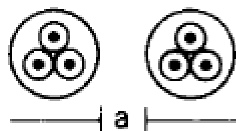
Tabela 44 — Fatores de agrupamento para linhas com cabos diretamente enterrados

Número de circuitos	Distâncias entre cabos[1] (a)				
	Nula	Um diâmetro de cabo	0,125 m	0,25 m	0,5 m
2	0,75	0,80	0,85	0,90	0,90
3	0,65	0,70	0,75	0,80	0,85
4	0,60	0,60	0,70	0,75	0,80
5	0,55	0,55	0,65	0,70	0,80
6	0,50	0,55	0,60	0,70	0,80

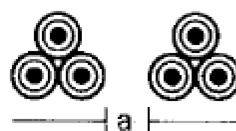
1)

Cabos multipolares





Cabos unipolares





NOTA Os valores indicados são aplicáveis para uma profundidade de 0,7 m e uma resistividade térmica do solo de 2,5 K.m/W. São valores médios para as dimensões de cabos abrangidas nas tabelas 36 e 37. Os valores médios arredondados podem apresentar erros de até ± 10% em certos casos. Se forem necessários valores mais precisos, deve-se recorrer à ABNT NBR 11301.

- **CRITÉRIO DA CAPACIDADE DE CONDUÇÃO DE CORRENTE**

Tabela 45 — Fatores de agrupamento para linhas em eletrodutos enterrados[1)]

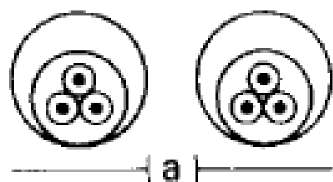
Cabos multipolares em eletrodutos – Um cabo por eletroduto				
Número de circuitos	Espaçamento entre eletrodutos (a)			
	Nulo	0,25 m	0,5 m	1,0 m
2	0,85	0,90	0,95	0,95
3	0,75	0,85	0,90	0,95
4	0,70	0,80	0,85	0,90
5	0,65	0,80	0,85	0,90
6	0,60	0,80	0,80	0,80
Condutores isolados ou cabos unipolares em eletrodutos [2)] – Um condutor por eletroduto				
Número de circuitos (grupos de dois ou três condutores)	Espaçamento entre eletrodutos (a)			
	Nulo	0,25 m	0,5 m	1,0 m
2	0,80	0,90	0,90	0,95
3	0,70	0,80	0,85	0,90
4	0,65	0,75	0,80	0,90
5	0,60	0,70	0,80	0,90
6	0,60	0,70	0,80	0,90

- **CRITÉRIO DA CAPACIDADE DE CONDUÇÃO DE CORRENTE**

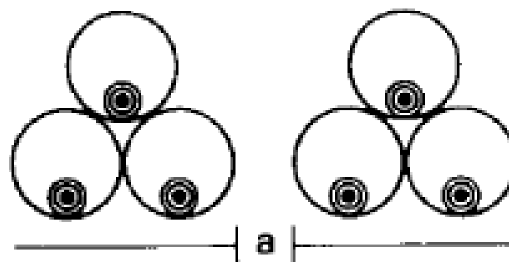
Tabela 45 — Continuação

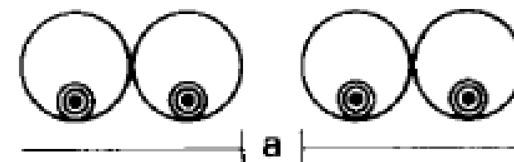
(a)

Cabos multipolares



Cabos unipolares





[1] Os valores indicados são aplicáveis para uma profundidade de 0,7 m e uma resistividade térmica do solo de 2,5 K.m/W. São valores médios para as seções de condutores constantes nas tabelas 36 e 37. Os valores médios arredondados podem apresentar erros de até ±10% em certos casos. Se forem necessários valores mais precisos, deve-se recorrer à ABNT NBR 11301.

[2] Deve-se atentar para as restrições e problemas que envolvem o uso de condutores isolados ou cabos unipolares em eletrodutos metálicos quando se tem um único condutor por eletroduto.

- **CRITÉRIO DA CAPACIDADE DE CONDUÇÃO DE CORRENTE**
  - PASSO 7 – Corrente Corrigida I'_P

I'_P (Corrente Corrigida) é um valor fictício da corrente do circuito, obtida pela aplicação dos fatores de correção FCT e FCA à corrente de projeto.

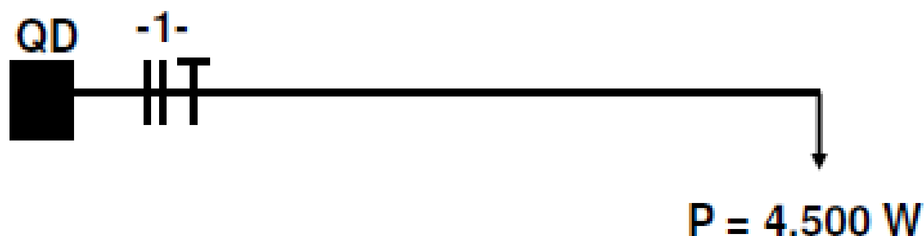
$$I`p = \frac{\text{Ip}}{FCT \times FCA}$$

Com o valor de I'_P (Corrente Corrigida), entra-se nas Tabelas 36 a 39 e determina-se a bitola do condutor.

- **CRITÉRIO DA CAPACIDADE DE CONDUÇÃO DE CORRENTE**

EXEMPLO 1

Dimensionar os condutores para um circuito terminal (F-F) de um chuveiro elétrico, dados: Pn = 4500W; V = 220V; Condutores de isolação PVC; Eletroduto de PVC ; embutido em alvenaria; Temperatura ambiente de 30ºC.



- **CRITÉRIO DA CAPACIDADE DE CONDUÇÃO DE CORRENTE**

EXEMPLO 1

Solução

a) Tipo de Isolação: PVC;

b) Maneira de Instalar: B1 (Tab. 33 – Método 7) ;

c) Corrente de Projeto: $I_P = 4.500/(220x1x1) \rightarrow I_P = 20,45$ A;

d) Número de Condutores Carregados: 2 (Tab. 46);

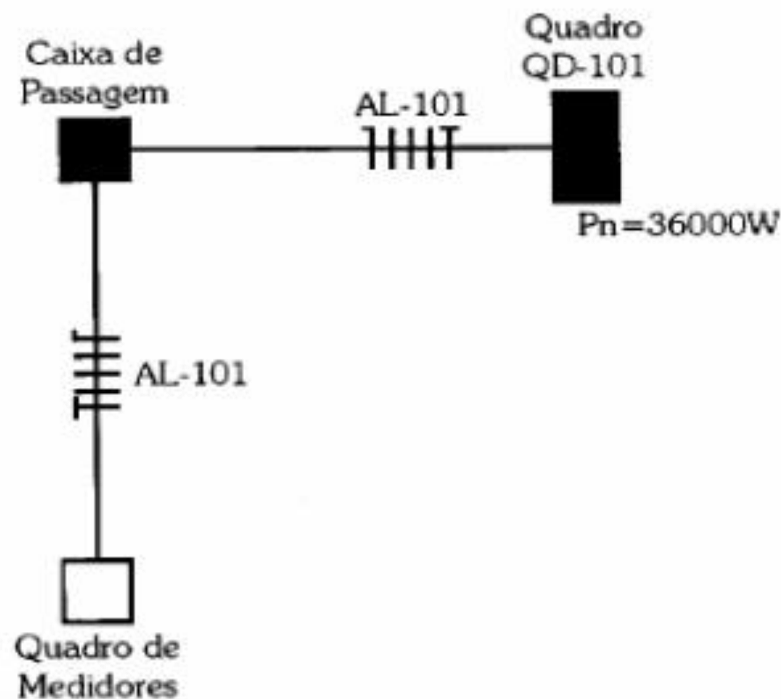
Entrando com este dados na Coluna B, 2cc, da Tabela 36, teremos um valor de 24 A (por excesso) que corresponde ao condutor de cobre de bitola 2,5 mm².

- **CRITÉRIO DA CAPACIDADE DE CONDUÇÃO DE CORRENTE**

EXEMPLO 2

Dimensionar os condutores para um circuito terminal trifásico equilibrado de um quadro de distribuição de uma instalação de iluminação industrial, dados:

Pn = 36000W (Iluminação fluorescente); V = 220V; Cosφ = 0,90; η = 0,92; Condutores com isolação de polietileno reticulado; condutores unipolares instalados em canaleta fechada; Temperatura ambiente de 30ºC.



- **CRITÉRIO DA CAPACIDADE DE CONDUÇÃO DE CORRENTE**

EXEMPLO 2

Solução

a) Tipo de Isolação: XLPE;

b) Maneira de Instalar: D (Tab. 37) ;

c) Corrente de Projeto: $I_P = 36.000/(\sqrt{3}x220x0,90x0,92) \rightarrow I_P = 114,10$ A;

d) Número de Condutores Carregados: 3 (Tab. 46);

Entrando com este dados na Coluna D, 3cc, da Tabela 37, teremos um valor de 122 A (por excesso) que corresponde ao condutor de cobre de bitola 35 mm^2.

- **CRITÉRIO DA CAPACIDADE DE CONDUÇÃO DE CORRENTE**

EXEMPLO 3

Consideremos, agora, que o circuito terminal do chuveiro do exemplo 1 anterior, esteja instalado em um eletroduto, no qual, em certo trecho, também contenha mais três circuitos monofásicos (F-N). Determine qual será a nova bitola do condutor do circuito que alimenta o chuveiro.



- **CRITÉRIO DA CAPACIDADE DE CONDUÇÃO DE CORRENTE**

EXEMPLO 3

Solução

a) Corrente de Projeto: I_P = 20,45 A;

b) FCT = 1,00 ;

c) FCA: 4 circuitos com 2cc cada (8/2 = 4). Então pela Tab. 42 para 4 circuitos contidos em eletroduto → FCA = 0,65;

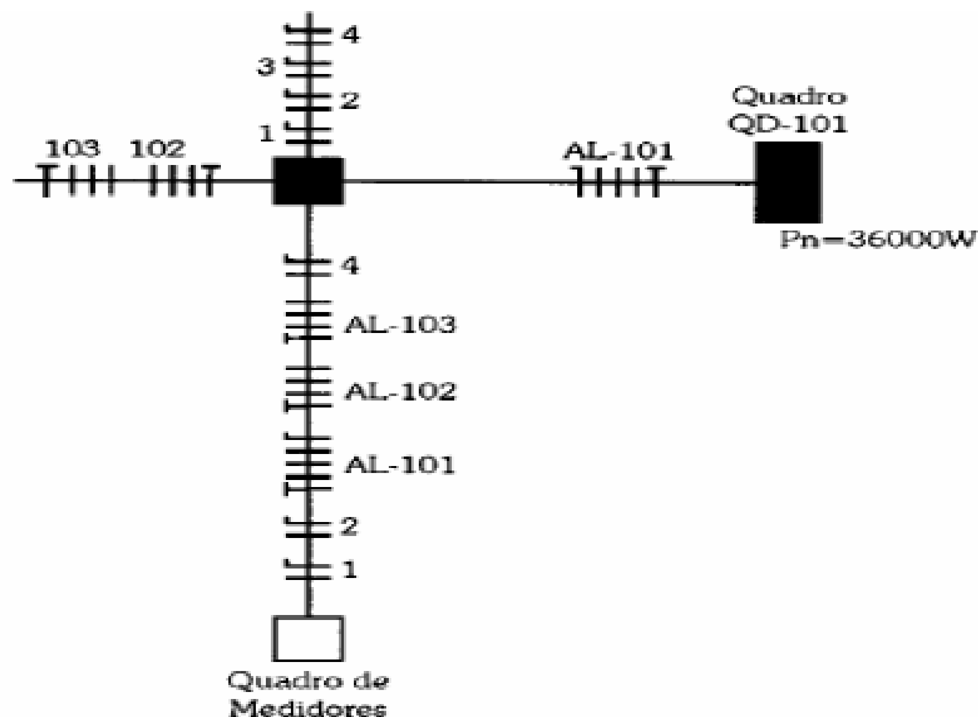
d) Corrente Corrigida: I'_P = 20,45/(1,00x0,65) → I'_P = 31,46 A;

e) Bitola do condutor: I'_P →Tab. 36, Coluna B, 2cc → 32 A → 4 mm²;

- **CRITÉRIO DA CAPACIDADE DE CONDUÇÃO DE CORRENTE**

EXEMPLO 4

Tomemos, agora, o circuito alimentador do exemplo 2 anterior. Consideremos que a temperatura ambiente seja de 35ºC e que na mesma calha estejam passando outros circuitos, conforme mostrado na figura abaixo. Determine a nova seção do alimentador do exemplo anterior.



- **CRITÉRIO DA CAPACIDADE DE CONDUÇÃO DE CORRENTE**

EXEMPLO 4

Solução

a) Corrente de Projeto: I_P = 114,10 A;

b) FCT: Tab. 40 →XLPE e Tamb = 35 ºC → FCT = 0,96;

c) FCA: 15cc (15/3 = 5 circuitos com 3cc). Então pela Tab. 42 → FCA = 0,60;

d) Corrente Corrigida: I'_P = 114,10/(0,96x0,60) → I'_P = 198,10 A;

e) Bitola do condutor: I'_P →Tab. 37, Coluna D, 3cc → 211 A → 95 mm^2;

Método do Limite da Queda de Tensão

- **CRITÉRIO DO LIMITE DE QUEDA DE TENSÃO**
  - A **queda de tensão** provocada pela passagem de corrente elétrica nos condutores dos circuitos de uma instalação **deve estar dentro de determinados limites máximos**, a fim de não prejudicar o funcionamento dos equipamentos de utilização ligados aos circuitos terminais.
  - Os **efeitos** de uma **queda de tensão acentuada** nos circuitos alimentadores e terminais de uma instalação levarão os equipamentos a **receber** em seus terminais, **uma tensão inferior aos valores nominais**. Isto é **prejudicial** ao **desempenho** dos equipamentos, que além de não funcionarem satisfatoriamente (redução de iluminância, redução de torque ou impossibilidade de partida de motores, etc) poderão ter sua **vida útil reduzida**.

- **CRITÉRIO DO LIMITE DE QUEDA DE TENSÃO**
  - **Após o dimensionamento** da seção do condutor **pela capacidade de corrente** de carga, **é necessário saber** se esta seção está apropriada para provocar uma **queda de tensão** no ponto terminal do circuito, de acordo com os valores mínimos estabelecidos pela norma NBR 5410, ou obedecendo os limites definidos pelo projetista para aquela planta em particular.

- **CRITÉRIO DO LIMITE DE QUEDA DE TENSÃO**

A norma NBR 5410 estabelece as faixas nominais de tensão dos sistemas elétricos, conforme a tabela A.1:

Tabela A.1 - Faixas de tensão

Unidade: V

Faixa	Sistemas diretamente aterrados				Sistemas não diretamente aterrados	
	Corrente alternada		Corrente contínua		Corrente alternada	Corrente contínua
	Entre fase e terra	Entre fases	Entre pólo e terra	Entre pólos	Entre fases	Entre pólos
I	$U \leq 50$	$U \leq 50$	$U \leq 120$	$U \leq 120$	$U \leq 50$	$U \leq 120$
II	$50 < U \leq 600$	$50 < U \leq 1000$	$120 < U \leq 900$	$120 < U \leq 1\,500$	$50 < U \leq 1000$	$120 < U \leq 1\,500$

NOTAS

1 Nos sistemas não diretamente aterrados, se o neutro (ou compensador) for distribuído, os equipamentos alimentados entre fase e neutro (ou entre pólo e compensador) devem ser escolhidos de forma que sua isolação corresponda à tensão entre fases (ou entre pólos).

2 Esta classificação das faixas de tensão não exclui a possibilidade de serem introduzidos limites intermediários para certas prescrições de instalação.

- **CRITÉRIO DO LIMITE DE QUEDA DE TENSÃO**
  - Limite de Quedas de Tensão
    - Em qualquer ponto de utilização da instalação, a queda de tensão verificada não deve ser superior aos seguintes valores, dados em relação ao valor da tensão nominal da instalação:

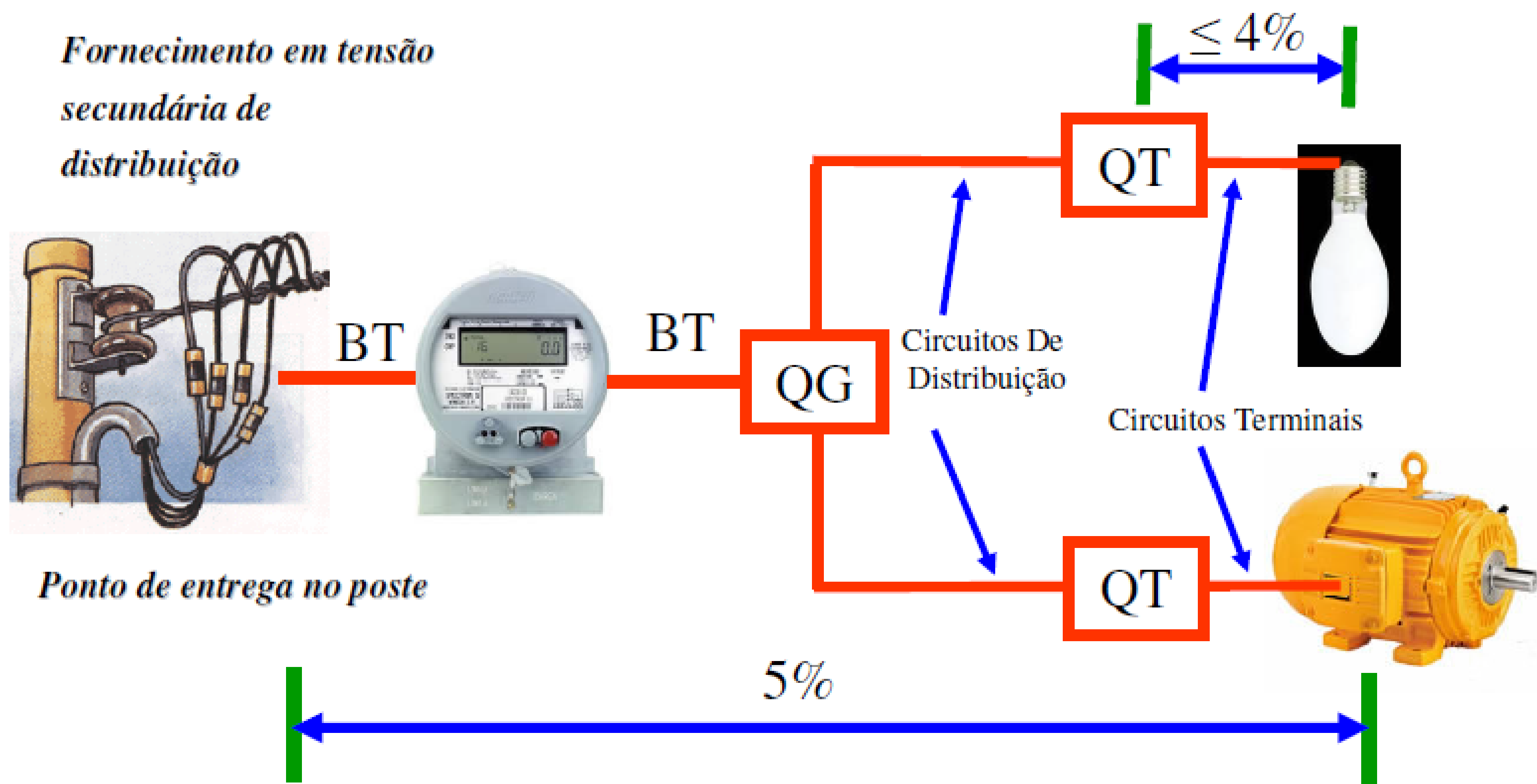
      a) 7%, calculados a partir dos terminais secundários do transformador MT/BT, no caso de transformador de propriedade da(s) unidade(s) consumidora(s);

      b) 7%, calculados a partir dos terminais secundários do transformador MT/BT da empresa distribuidora de eletricidade, quando o ponto de entrega for aí localizado;

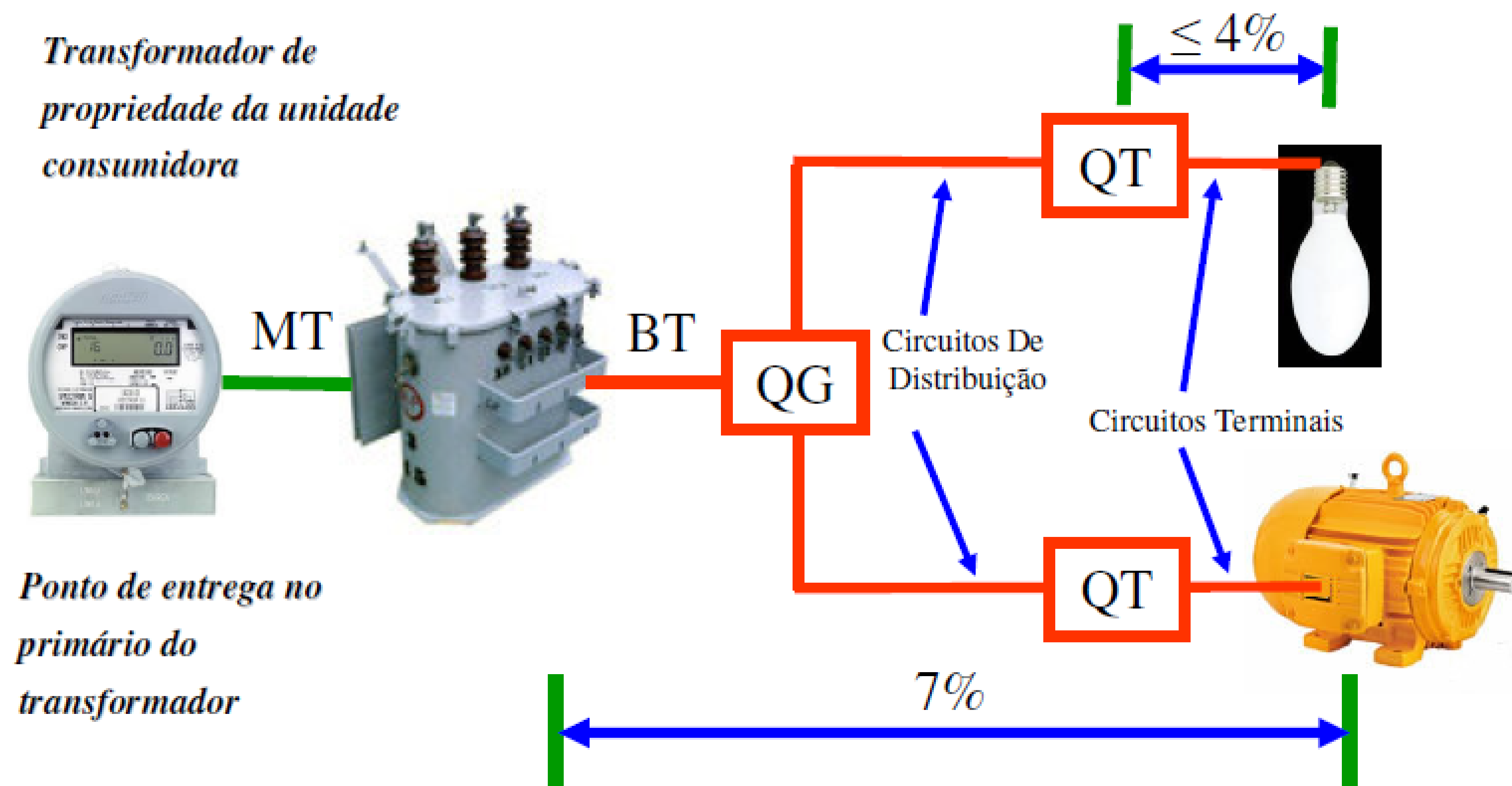
      c) 5%, calculados a partir do ponto de entrega, nos demais casos de ponto de entrega com fornecimento em tensão secundária de distribuição;

      d) 7%, calculados a partir dos terminais de saída do gerador, no caso de grupo gerador próprio.

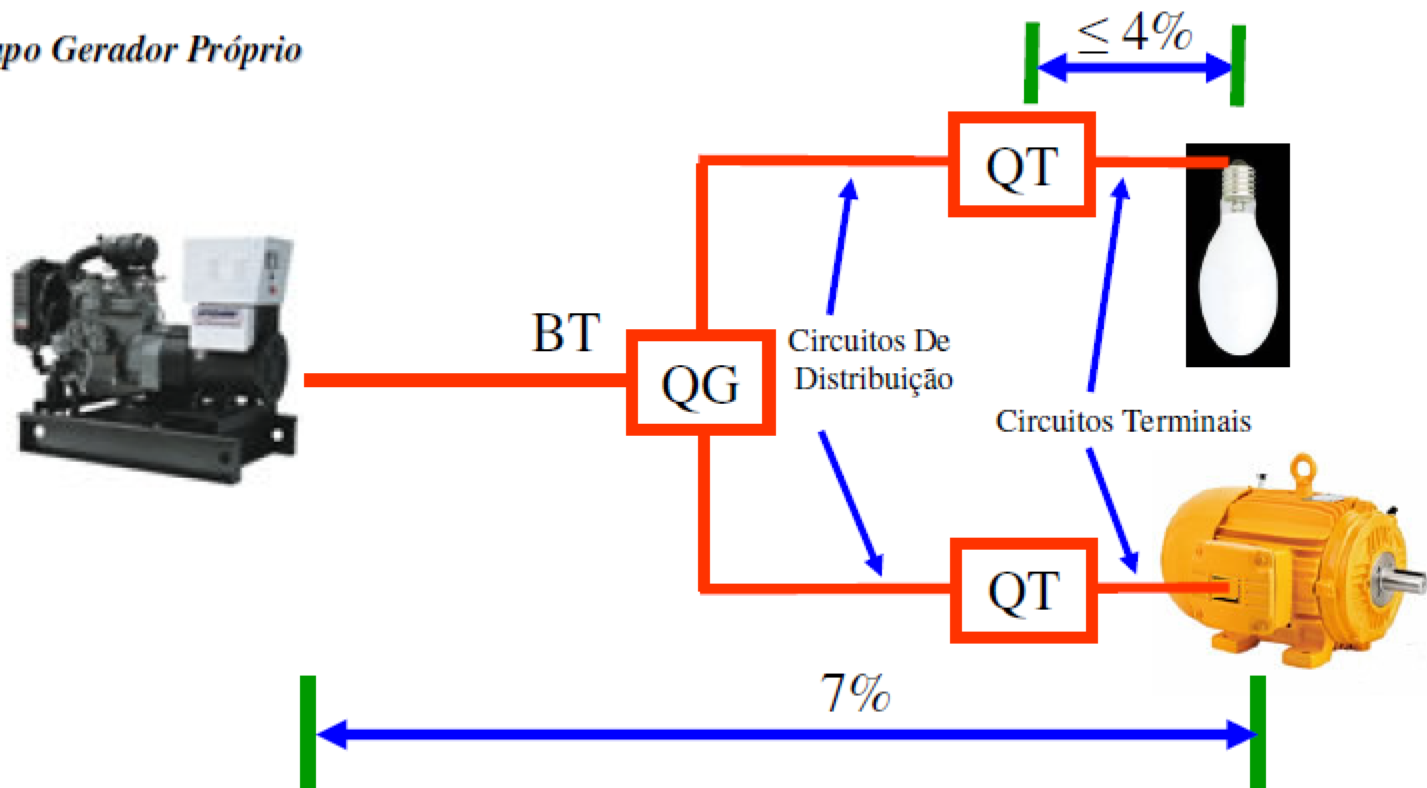
- **CRITÉRIO DO LIMITE DE QUEDA DE TENSÃO**
  - Valores máximos de queda de tensão admissível (DV%) na instalação (pág. 115 NBR5410:2004)



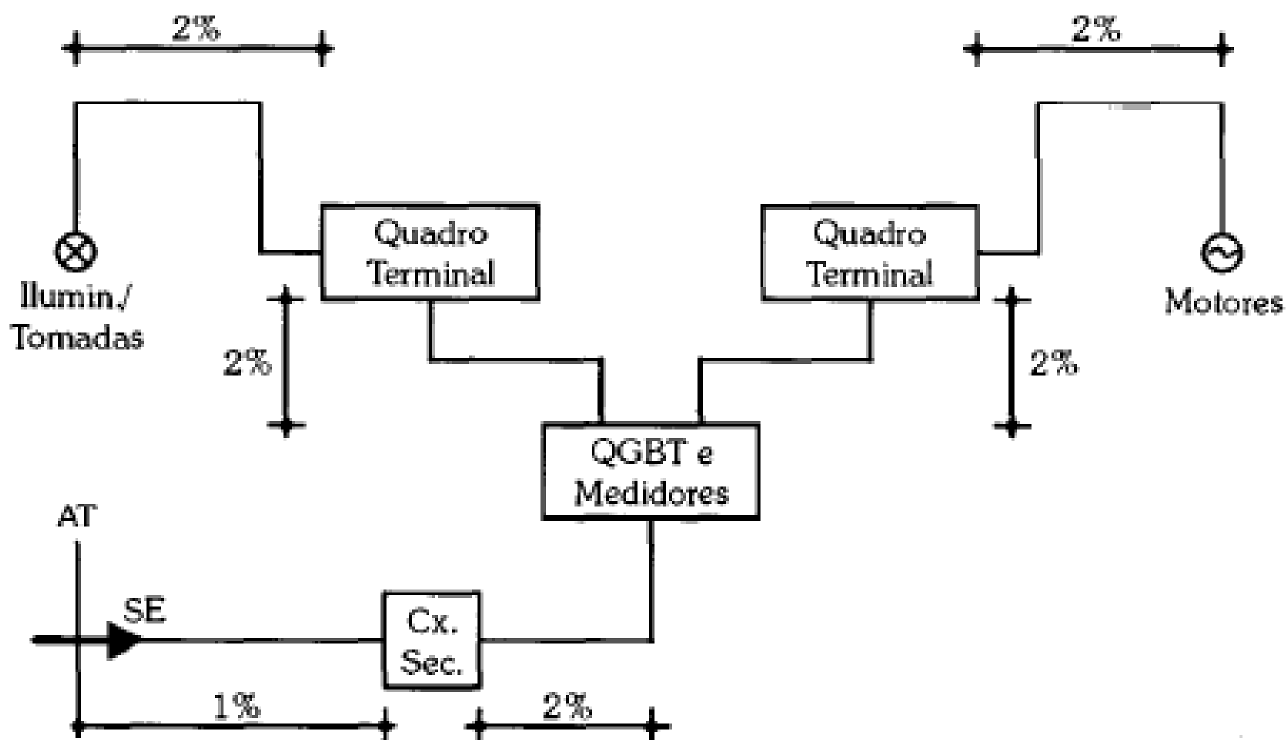
- **CRITÉRIO DO LIMITE DE QUEDA DE TENSÃO**
  - Valores máximos de queda de tensão admissível (DV%) na instalação (pág. 115 NBR5410:2004)



- **CRITÉRIO DO LIMITE DE QUEDA DE TENSÃO**
  - Valores máximos de queda de tensão admissível (DV%) na instalação (pág. 115 NBR5410:2004)

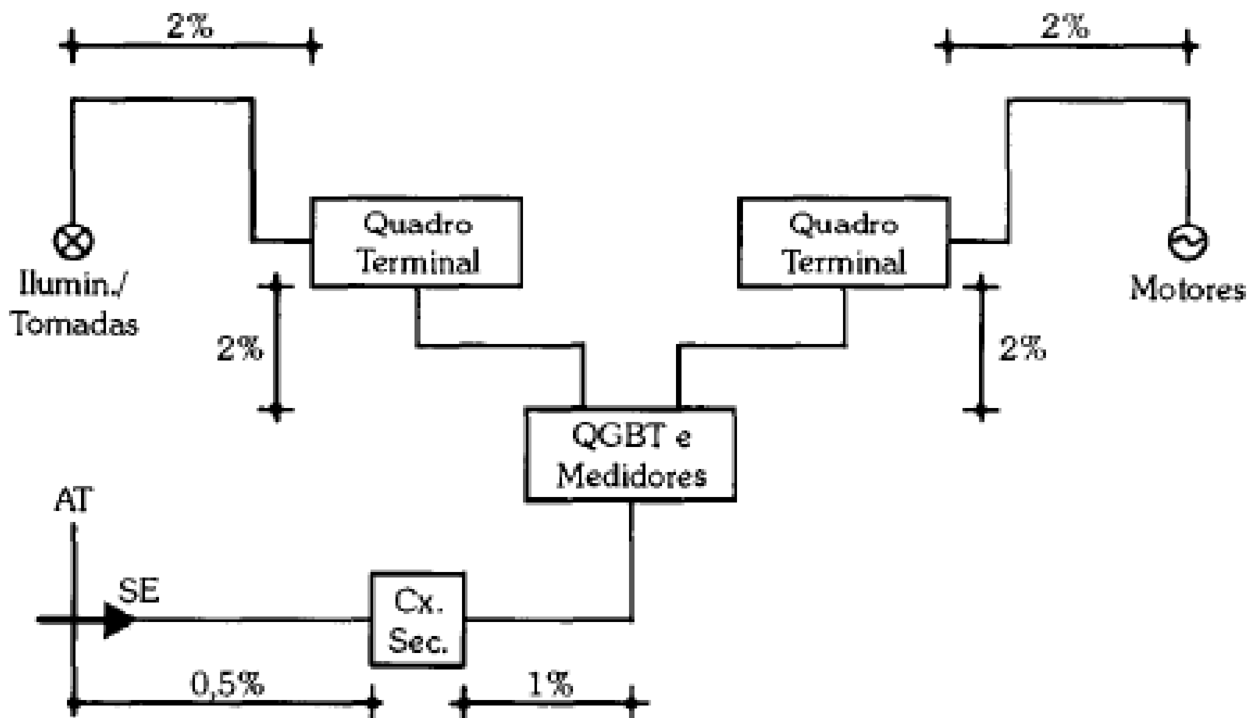


- **CRITÉRIO DO LIMITE DE QUEDA DE TENSÃO**
  - Limite de Quedas de Tensão admitidos e sugestão de distribuição destes percentuais nos diversos trechos de uma instalação.



SELEÇÃO E DIMENSIONAMENTO DE CONDUTORES

- **CRITÉRIO DO LIMITE DE QUEDA DE TENSÃO**
  - Limite de Quedas de Tensão admitidos e sugestão de distribuição destes percentuais nos diversos trechos de uma instalação.



Ref. COPEL: Limite Máximo de 5,5%

SELEÇÃO E DIMENSIONAMENTO DE CONDUTORES

- **CRITÉRIO DO LIMITE DE QUEDA DE TENSÃO**

- Roteiro para Dimensionamento pela Queda de Tensão
  - PASSO 1: Dados Necessários
  - PASSO 2: Cálculo da Queda de Tensão Unitária
  - PASSO 3: Escolha do Condutor

  - Cálculo da Queda de Tensão pelo Método do Watts x metro

- **CRITÉRIO DO LIMITE DE QUEDA DE TENSÃO**

- Roteiro para Dimensionamento pela Queda de Tensão
  - PASSO 1: Dados Necessários
    - Maneiras de Instalar o Circuito;
    - Material do Eletroduto (Magnético ou Não Magnético);
    - Tipo de Circuito (Monofásico ou Trifásico);
    - Corrente de Projeto, Ip, em Amperes;
    - Fator de Potência Médio do circuito
    - Comprimento (l) do circuito, em km;
    - Tipo de isolação do condutor;
    - Tensão, V, do Circuito em V;
    - Queda de Tensão, e(%), Admissível.

- **CRITÉRIO DO LIMITE DE QUEDA DE TENSÃO**
  - PASSO 2: Cálculo da Queda de Tensão Unitária

A queda de Tensão Unitária, **ΔVunit**, em Volts/Ampére.km, do circuito, é calculada pela expressão:

$$\Delta Vunit = \frac{\mathrm{e}(\%) \times \mathrm{V}}{Ip \times l}$$

Onde:
Ip = Corrente de Projeto, em Amperes;
e(%) = Queda de Tensão, Admissível;
l = Comprimento do circuito, em km;
V = Tensão do Circuito em V.

• CRITÉRIO DO LIMITE DE QUEDA DE TENSÃO

- PASSO 3: Escolha do Condutor

Com o valor de **Δvunit** calculado, entramos em uma das tabelas de queda de tensão para condutores que apresente as condições de instalação indicadas no Passo 1, e nesta encontramos o valor cuja **queda de tensão seja igual ou imediatamente inferior à calculada**, encontrando daí a bitola nominal do condutor correspondente.

Importante:
O processo de cálculo indicado acima é usado para circuitos de distribuição e para circuitos terminais que servem a uma única carga, sendo “l” o comprimento do circuito, desde a origem até a carga (ou ao quadro de distribuição).

Em circuitos com várias cargas distribuídas, teremos que calcular a queda de tensão trecho a trecho, ou aplicar o Método Simplificado Watts.metro,.

IMPORTANTE: a chamada “queda de tensão unitária”, dada em V/A.km e Tabelada PELOS FABRICANTES DE CABOS para diversos tipos de circuitos e diversos valores do fator de potência.

SELEÇÃO E DIMENSIONAMENTO DE CONDUTORES

- **CRITÉRIO DO LIMITE DE QUEDA DE TENSÃO**

Tabela A – Queda de Tensão em V/A.km - Cabos Isolados com PVC 70ºC

Seção nominal mm²	Eletroduto e eletrocalha fechada Material Magnético						Cabos Unipolares												Cabo Unipolar e Bipolar		Cabo Tripolar e Tetrapolar	
							Monofásico				Trifásico											
	Cabos em Trifólio		Cabo Tripolar		Sistema Monofásico		Cabos espaçados de 1 diâmetro		Cabos espaçados de 20 cm		Cabos espaçados de 1 diâmetro		Cabos espaçados de 20 cm		Cabos Contíguos		Cabos em Trifólio		Sistema Monofásico		Sistema Trifásico	
	F.P 0,80	F.P 0,92	F.P 0,80	F.P 0,92	F.P 0,80	F.P 0,92	F.P 0,80	F.P 0,92	F.P 0,80	F.P 0,92	F.P 0,80	F.P 0,92	F.P 0,80	F.P 0,92	F.P 0,80	F.P 0,92	F.P 0,80	F.P 0,92	F.P 0,80	F.P 0,92	F.P 0,80	F.P 0,92
1.5	20,24	23,19	20,19	23,15	20,19	23,15	23,45	26,83	23,72	27,00	20,31	23,23	20,54	23,38	20,26	23,20	20,24	23,19	23,32	26,74	20,19	23,15
2.5	12,45	14,24	12,41	14,21	12,41	14,21	14,46	16,49	14,71	16,66	12,52	14,28	12,74	14,43	12,47	14,25	12,45	14,24	14,33	16,41	12,41	14,21
4	7,80	8,89	7,77	8,87	7,77	8,87	9,09	10,32	9,33	10,48	7,87	8,94	8,08	9,08	7,82	8,90	7,80	8,89	8,96	10,24	7,77	8,87
6	5,25	5,97	5,22	5,95	5,22	5,95	6,15	6,95	6,39	7,10	5,33	6,02	5,53	6,15	5,27	5,98	5,25	5,97	6,03	6,87	5,22	5,95
10	3,17	3,58	3,14	3,56	3,14	3,56	3,74	4,18	3,97	4,33	3,24	3,62	3,44	3,75	3,19	3,59	3,17	3,58	3,63	4,11	3,14	3,56
16	2,03	2,27	2,01	2,26	2,01	2,26	2,43	2,68	2,65	2,82	2,10	2,32	2,29	2,44	2,05	2,29	2,03	2,27	2,32	2,61	2,01	2,26
25	1,33	1,47	1,31	1,45	1,31	1,45	1,62	1,75	1,82	1,88	1,40	1,51	1,57	1,63	1,35	1,48	1,33	1,47	1,52	1,68	1,31	1,45
35	0,99	1,08	0,97	1,06	0,97	1,06	1,22	1,30	1,41	1,42	1,06	1,12	1,22	1,23	1,00	1,09	0,99	1,08	1,12	1,23	0,97	1,06
50	0,76	0,82	0,74	0,80	0,74	0,80	0,96	1,00	1,14	1,11	0,83	0,86	0,99	0,96	0,78	0,83	0,76	0,82	0,86	0,93	0,74	0,80

- **CRITÉRIO DO LIMITE DE QUEDA DE TENSÃO**

Tabela A – Queda de Tensão em V/A.km - Cabos Isolados com PVC 70ºC

Seção nominal mm²	Eletroduto e eletrocalha fechada Material Magnético						Cabos Unipolares														Cabo Unipolar e Bipolar		Cabo Tripolar e Tetrapolar	
							Monofásico				Trifásico													
	Cabos em Trifólio		Cabo Tripolar		Sistema Monofásico		Cabos espaçados de 1 diâmetro		Cabos espaçados de 20 cm		Cabos espaçados de 1 diâmetro		Cabos espaçados de 20 cm		Cabos Contíguos		Cabos em Trifólio		Sistema Monofásico		Sistema Trifásico	
	F.P 0,80	F.P 0,92	F.P 0,80	F.P 0,92	F.P 0,80	F.P 0,92	F.P 0,80	F.P 0,92	F.P 0,80	F.P 0,92	F.P 0,80	F.P 0,92	F.P 0,80	F.P 0,92	F.P 0,80	F.P 0,92	F.P 0,80	F.P 0,92	F.P 0,80	F.P 0,92	F.P 0,80	F.P 0,92
70	0,56	0,59	0,54	0,58	0,54	0,57	0,73	0,73	0,89	0,84	0,63	0,63	0,77	0,73	0,57	0,60	0,56	0,58	0,63	0,67	0,54	0,57
95	0,43	0,44	0,42	0,43	0,42	0,43	0,58	0,56	0,74	0,66	0,50	0,49	0,64	0,58	0,45	0,45	0,43	0,44	0,49	0,50	0,42	0,43
120	0,36	0,37	0,35	0,36	0,35	0,36	0,50	0,47	0,65	0,57	0,43	0,41	0,56	0,49	0,38	0,37	0,36	0,36	0,41	0,41	0,35	0,36
150	0,32	0,31	0,30	0,30	0,30	0,30	0,45	0,41	0,58	0,50	0,39	0,35	0,51	0,43	0,33	0,32	0,32	0,31	0,35	0,35	0,30	0,30
185	0,28	0,27	0,26	0,26	0,26	0,25	0,40	0,35	0,53	0,44	0,34	0,31	0,46	0,38	0,29	0,27	0,27	0,26	0,31	0,30	0,26	0,25
240	0,24	0,22	0,23	0,22	0,22	0,21	0,35	0,30	0,47	0,38	0,30	0,26	0,41	0,33	0,25	0,23	0,24	0,22	0,26	0,25	0,22	0,21
300	0,21	0,20	-	-	0,20	0,18	0,32	0,27	0,43	0,34	0,28	0,23	0,37	0,30	0,23	0,20	0,21	0,19	0,24	0,22	-	-
400	0,19	0,17	-	-	0,18	0,16	0,29	0,24	0,40	0,31	0,26	0,21	0,34	0,26	0,20	0,17	0,19	0,17	0,21	0,19	-	-
500	0,18	0,16	-	-	0,16	0,15	0,28	0,22	0,37	0,28	0,24	0,19	0,32	0,24	0,19	0,16	0,17	0,15	0,20	0,17	-	-

- **CRITÉRIO DO LIMITE DE QUEDA DE TENSÃO**

Tabela B – Queda de Tensão em V/A.km - Cabos Isolados com termofixos 90ºC

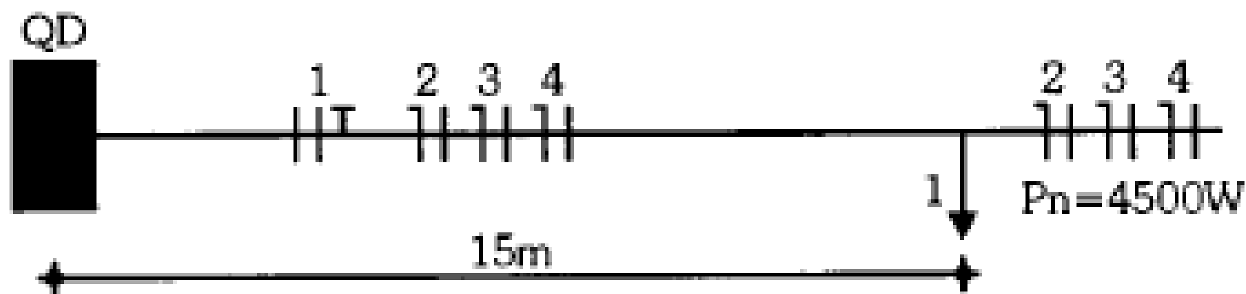
Tipo de Sstema	FP*	Seção Nominal (mm²)																
		1,5	2,5	4	6	10	16	25	35	50	70	95	120	150	185	240	300	400
Monofásico	0,80	23,66	14,23	8,89	5,96	3,50	2,25	1,49	1,09	0,79	0,58	0,47	0,38	0,33	0,29	0,23	0,21	0,19
	0,92	27,13	16,29	10,15	6,79	3,96	2,53	1,66	1,20	0,85	0,62	0,49	0,39	0,33	0,28	0,34	0,20	0,17
Trifásico	0,80	23,73	14,30	8,96	6,03	3,57	2,33	1,56	1,16	0,86	0,66	0,584	0,45	0,40	0,36	0,31	0,28	0,26
	0,92	27,18	16,34	10,20	6,84	4,01	2,58	1,71	1,24	0,90	0,67	0,53	0,44	0,37	0,33	0,27	0,24	0,21
	0,80	23,66	14,23	8,90	5,97	3,51	2,27	1,50	1,10	0,79	0,58	0,47	0,38	0,33	0,29	0,24	0,21	0,19
	0,92	27,13	16,29	10,15	6,80	3,97	2,54	1,67	1,20	0,85	0,62	0,49	0,39	0,33	0,28	0,23	0,20	0,17

*FP: Fator de Potência

- **CRITÉRIO DO LIMITE DE QUEDA DE TENSÃO**

Exemplo critério por queda de tensão

1 – Consideremos que o circuito terminal do Chuveiro Elétrico tenha um comprimento de 15 metros (distância do Quadro de Distribuição do Apartamento à tomada de ligação do chuveiro). Dimensione o circuito.



- **CRITÉRIO DO LIMITE DE QUEDA DE TENSÃO**

Exemplo critério por queda de tensão

Solução:

Dados: Maneira de instalar: Eletroduto Embutido em alvenaria;
Eletroduto: PVC (Não magnético);
Circuito: Monofásico
Corrente de Projeto: Ip = 20,45A;
Fator de potência: 1,00 (considera-se 0,92 na tabela)
Comprimento do Circuito: l = 15m = 0,015km;
Isolação do condutor: PVC;
Tensão do Circuito: 220V;
Queda de tensão admissível: 2% (quadro a carga)
Queda de tensão unitária:

$$\Delta Vunit = \frac{0{,}02 \times 220}{20{,}45 \times 0{,}015} = 14{,}34V / A.km$$

- **CRITÉRIO DO LIMITE DE QUEDA DE TENSÃO**

Exemplo critério por queda de tensão

Solução:
Com este valor, encontra-se na tabela de quedas de tensão, eletroduto de PVC, circuito monofásico, fator de potência 0,92 o valor de **10,32V/A.km**, **imediatamente inferior ao calculado**, que determina a bitola do **condutor de cobre de 4mm2.**

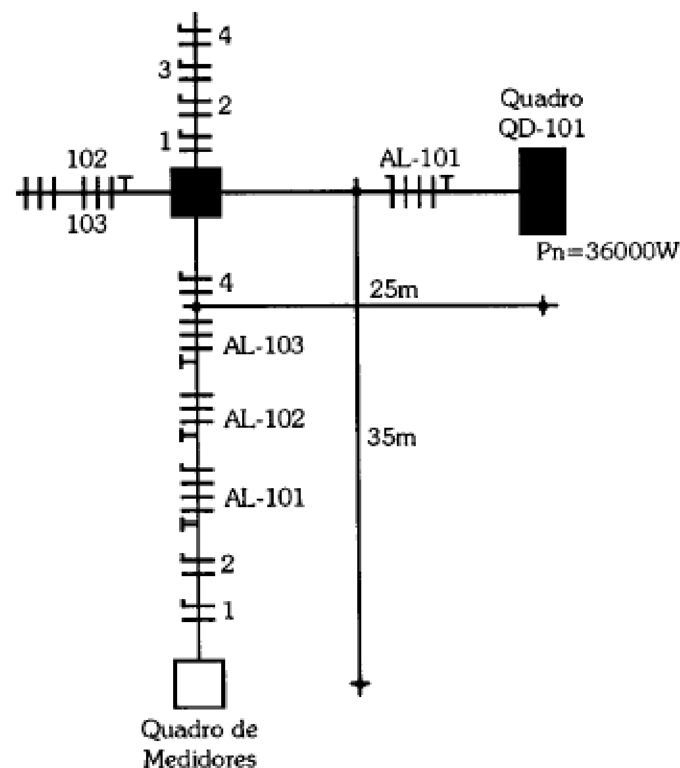
Conclusão:
Dimensionamento do condutor fase pela capacidade de corrente: 2,5mm2
Dimensionamento do condutor fase pela queda de tensão: 4mm2.

Condutor fase adotado: 4mm2
- Caso se encontre valores diferentes entre o critério da capacidade de corrente e o critério do limite da queda de tensão, adota-se sempre a **maior seção nominal.**

- **CRITÉRIO DO LIMITE DE QUEDA DE TENSÃO**

Exemplo critério por queda de tensão

2 – Consideremos que o circuito alimentador do Exemplo 2 tenha um comprimento de 60 metros (distância do Quadro de Medidores ao QL-101) e que a calha seja de perfis metálicos. Dimensione o circuito.



- **CRITÉRIO DO LIMITE DE QUEDA DE TENSÃO**

Exemplo critério por queda de tensão

Solução:

Dados: Maneira de instalar: Calha Fechada;
Eletroduto: Magnético;
Circuito: Trifásico
Corrente de Projeto: Ip = 114,10A;
Fator de potência: 0,90
Comprimento do Circuito: l = 60m = 0,06km;
Isolação do condutor: XLPE;
Tensão do Circuito: 220V;
Queda de tensão admissível: 2%
Queda de tensão unitária:

$$\Delta Vunit = \frac{0{,}02 \times 220}{114{,}10 \times 0{,}06} = 0{,}64V / A.km$$

- **CRITÉRIO DO LIMITE DE QUEDA DE TENSÃO**

Exemplo critério por queda de tensão

Solução:
Com este valor, encontra-se na tabela de quedas de tensão, o valor de **0,59V/A.km**, **imediatamente inferior ao calculado**, que determina a bitola do **condutor de cobre de 70mm2.**

Conclusão:
Dimensionamento do condutor fase pela capacidade de corrente: 35mm2.
Dimensionamento do condutor fase pela queda de tensão: 70mm2.

Condutor fase adotado: 70mm2
- Caso se encontre valores diferentes entre o critério da capacidade de corrente e o critério do limite da queda de tensão, adota-se sempre a **maior seção nominal.**

- **CRITÉRIO DO LIMITE DE QUEDA DE TENSÃO**

Exercício: critério por queda de tensão

No IST necessita-se a instalação de 1 condicionador de ar, rede trifásica 380V, instalado com eletroduto não-circular aparente na parede. Cabos unipolares e isolação PVC.
Dados: ar condicionado (15.100W, FP=0,86, rendimento de 68%).
O equipamento encontra-se a 28 metros do quadro de ligação (QL).

- **CRITÉRIO DO LIMITE DE QUEDA DE TENSÃO**
  - Cálculo da Queda de Tensão pelo Método do Watts x metro

Podemos utilizar um **método simplificado** para calcular a queda de tensão em **circuitos com pequenas cargas**. Este método pode ser **aplicado** a **circuitos terminais** de instalações de casas e apartamentos, nos quais temos diversas cargas (lâmpadas e tomadas) distribuídas ao longo dos mesmos.

Este método **considera apenas a resistência ôhmica dos condutores**, não considerando a reatância indutiva, que também influi na queda de tensão.

Também **parte do princípio de que a corrente elétrica distribui-se de forma homogênea** pelo condutor, o que não ocorre na realidade, devido ao efeito pelicular, criado pelo campo magnético gerado pela própria corrente elétrica que passa pelo condutor. Como conseqüência do efeito pelicular, a densidade de corrente é maior na periferia do condutor. Para **condutores com diâmetros relativamente pequenos**, a reatância indutiva e o efeito pelicular têm influência limitada e este método **produz uma aproximação aceitável.**

- **CRITÉRIO DO LIMITE DE QUEDA DE TENSÃO**
  - Cálculo da Queda de Tensão pelo Método do Watts x metro

O Método tem por base o emprego de **tabelas Watts*metros fornecida pelos fabricantes** de condutores referentes as tensões 127 e 220 V.

O valor, Σ(P(Watts)*l(metros)), representa:

P: Potência da carga;
l: Distância da carga ao quadro de alimentação.

• CRITÉRIO DO LIMITE DE QUEDA DE TENSÃO

• Cálculo da Queda de Tensão pelo Método do Watts x metro

Fundamento do Método:

• A queda de tensão percentual pode ser expressa por:

$$\Delta V_{(\%)} = \frac{R \cdot I}{V} \cdot 100$$

•Para circuitos a dois condutores temos:

$$R = \frac{2 \cdot \ell}{\sigma \cdot S}$$

•Substituindo I e R na primeira equação, temos:

$$\Delta V_{(\%)} = \frac{\frac{2 \cdot \ell}{\sigma \cdot S} \cdot \frac{P}{V}}{V} \cdot 100 = \frac{200 \cdot \ell \cdot P}{\sigma \cdot S \cdot V^2}$$

•Logo:

$$P \cdot \ell = \frac{\sigma \cdot S \cdot V^2 \cdot \Delta V_{(\%)}}{200}$$

SELEÇÃO E DIMENSIONAMENTO DE CONDUTORES

- **CRITÉRIO DO LIMITE DE QUEDA DE TENSÃO**
  - Cálculo da Queda de Tensão pelo Método do Watts x metro

Tabela B – $\sum(P_{(W)} \times l_{(m)}) \rightarrow V = 110$ volts

Condutor série métrica (mm²) S	% de queda de tensão			
	1%	2%	3%	4%
	Σ (P(watts) x ℓ (m))			
1,5	5 263	10 526	15789	21052
2,5	8 773	17 546	26319	35092
4	14 036	28 072	42108	56144
6	21 054	42 108	63162	84216
10	35 090	70 100	105270	140360
16	56 144	112 288	168432	224576
25	87 725	175 450	263175	350900
35	122 815	245 630	368445	491260
50	175 450	350 900	526350	701800
70	245 630	491 260	736890	982520
95	333 355	666 710	1 000065	1 333420
120	421 080	842 160	1 263240	1 604320
150	526 350	1 052 700	1 579050	2 105400
185	649 165	1 298 330	1 947495	2 596660
240	842 160	1 684 320	2 526480	3 368640
300	1 052 700	2 105 400	3 158100	4 210800
400	1 403 600	2 807 200	4 210800	5 614400
500	1 754 500	3 509 000	5 263500	7 018000

SELEÇÃO E DIMENSIONAMENTO DE CONDUTORES

- **CRITÉRIO DO LIMITE DE QUEDA DE TENSÃO**
- Cálculo da Queda de Tensão pelo Método do Watts x metro

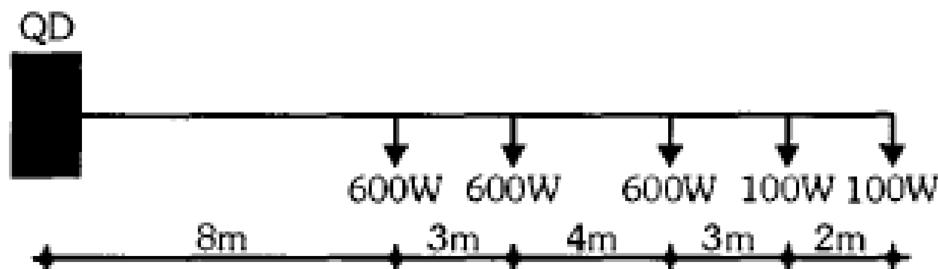
Tabela C – $\sum(P_{(W)} \times l_{(m)}) \rightarrow V = 220$ volts

Condutor série métrica (mm²) S	% de queda de tensão			
	1%	2%	3%	4%
	Σ (P(watts) x ℓ (m))			
1,5	21 054	42 108	63 163	84 216
2,5	35 090	70 180	105 270	140 360
4	56 144	112 288	168 432	224 576
6	84 216	168 432	253 648	336 864
10	140 360	280 720	421 080	561 440
16	224 576	449 152	673 728	898 304
25	350 900	701 800	1 052 700	1 403 600
35	491 260	982 520	1 473 780	1 965 040
50	701 800	1 403 600	2 105 400	2 807 200
70	982 520	1 965 040	2 947 560	3 930 080
95	1 333 420	2 666 840	4 000 260	5 333 680
120	1 684 320	3 368 640	5 052 960	6 737 280
150	2 105 400	4 210 800	6 316 200	8 421 600
185	2 596 660	5 193 320	7 789 980	10 360 640
240	3 368 640	6 737 280	10 105 920	13 474 560
300	4 210 800	8 421 600	12 632 400	16 843 200
400	5 614 400	11 228 800	16 843 200	22 457 600
500	7 018 000	14 036 000	21 054 000	28 072 000

- **CRITÉRIO DO LIMITE DE QUEDA DE TENSÃO**

Exemplo critério por queda de tensão (Watts x metro)

1 - Dimensionar o circuito terminal de uma apartamento, cuja a primeira carga de 600 W dista de 8 m do quadro de distribuição, a segunda carga de 600 W está 3 m da anterior, a terceira de 600 W está a 4 m da segunda, a quarta de 100 W está a 3m da anterior e finalmente a quinta carga de 100 w esta a 2 m da quarta. Considere a instalação em eletroduto de PVC embutido em alvenaria: temperatura ambiente 30°C, isolação PVC e tensão 127 V.



- **CRITÉRIO DO LIMITE DE QUEDA DE TENSÃO**

Exemplo critério por queda de tensão (Watts x metro)

1 - Dimensionar o circuito terminal de uma apartamento, cuja a primeira carga de 600 W dista de 8 m do quadro de distribuição, a segunda carga de 600 W está 3 m da anterior, a terceira de 600 W está a 4 m da segunda, a quarta de 100 W está a 3m da anterior e finalmente a quinta carga de 100 w esta a 2 m da quarta. Considere a instalação em eletroduto de PVC embutido em alvenaria: que o c temperatura ambiente 30°C, isolação PVC e tensão 127 V.

Solução

a- Capacidade de corrente

Ip=2000 W / 127 V= 15,7 A (FCT=1 e FCA=1)

Pela tabela: tem-se 2,5 mm^2

b- Método simplificado

Σ(P(Watts)*l(metros))=600*8+600*11+600*15+100*18+100*20=24200 Watts*metros

Pela tabela (V=110 V) e queda de tensão de 2%: tem-se 4 mm^2

- **CRITÉRIO DO LIMITE DE QUEDA DE TENSÃO**

Exemplo critério por queda de tensão (Watts x metro)

Solução

c- Critério da queda de tensão

Dados:

Maneira de instalar: eletroduto embutido em alvenaria;

Material do eletroduto: não magnético (PVC);

Tipo de circuito: monofásico;

Condutor calculado pela capacidade de corrente: 2,5 mm2

Fator de potência: cos φ= 0,8 (considera-se para eletrodomésticos);

Queda de tensão unitária: de acordo com tabela para #2,5 mm2: 14 V/A.km

Queda por trecho:

ΔV= Δ Vunit x I(trecho,A) x l(trecho,km)

OA=14 . 15,74 . 8/1000 = 1,76

AB=14 . 11,02 . 3/1000 = 0,46

BC=14 . 6,30 . 4/1000 = 0,35

CD=14 . 1,58 . 3/1000 = 0,07

DE=14 . 0,79 . 2/1000 = 0,03

Queda acumulada (Δ V) = 2,67 Volts

Queda total (percentual):

e%= (Δ V . 100) / V = (2,67 . 100) / 127 = 2,10 % que é maior que o estabelecida na norma, deve-se considerar o condutor de bitola imediatamente superior (#4 mm2)

UNISOCIESC
Educação e Tecnologia

Critérios de Seção Mínima

- **SEÇÕES MÍNIMAS DOS CONDUTORES**

A NBR-5410 define os valores mínimos para os condutores fase, neutro e de proteção (PE)

a) Seção mínima do condutor fase

A tabela 47 da norma acima citada define as seções mínimas fase, CA, e condutores vivos, C.C.

Obs.:
Em circuitos de controle admite-se seções de até 0,1 mm2;

Em cabos multipolares, com 7 ou mais veias, admite-se seções de até 0,1 mm2;

Os circuitos de tomadas de corrente são consideradas como circuitos de força.

- **SEÇÕES MÍNIMAS DOS CONDUTORES**

Tabela 47 — Seção mínima dos condutores[1)]

Tipo de linha		Utilização do circuito	Seção mínima do condutor mm^2 - material
Instalações fixas em geral	Condutores e cabos isolados	Circuitos de iluminação	1,5 Cu 16 Al
		Circuitos de força[2)]	2,5 Cu 16 Al
		Circuitos de sinalização e circuitos de controle	0,5 Cu[3)]
	Condutores nus	Circuitos de força	10Cu 16 Al
		Circuitos de sinalização e circuitos de controle	4 Cu
Linhas flexíveis com cabos isolados		Para um equipamento específico	Como especificado na norma do equipamento
		Para qualquer outra aplicação	0,75 Cu[4)]
		Circuitos a extrabaixa tensão para aplicações especiais	0,75 Cu

[1)] Seções mínimas ditadas por razões mecânicas

[2)] Os circuitos de tomadas de corrente são considerados circuitos de força.

[3)] Em circuitos de sinalização e controle destinados a equipamentos eletrônicos é admitida uma seção mínima de 0,1 mm^2.

[4)] Em cabos multipolares flexíveis contendo sete ou mais veias é admitida uma seção mínima de 0,1 mm^2.

- **SEÇÕES MÍNIMAS DOS CONDUTORES**

b) Seção do condutor neutro

O condutor neutro, se existir, deve possuir a mesma seção do condutor fase nos seguintes casos:

1. Em circuitos monofásicos a dois ou três condutores e bifásicos a três condutores, qualquer que seja a seção;

2. Em circuitos trifásicos, quando a seção dos condutores fase for inferior ou igual a 25 mm2, em cobre ou alumínio;

3. Em circuitos trifásicos, quando for prevista a presença de correntes de terceira harmônica, com 15% qualquer seja a seção.

Obs.:
A tabela 48 da NBR-5410 define as seções mínimas do condutor neutro.
Em nenhuma circunstância o condutor neutro deve ser comum a mais de um circuito.

- **SEÇÕES MÍNIMAS DOS CONDUTORES**

Tabela 48 — Seção reduzida do condutor neutro[1)]

Seção dos condutores de fase mm²	Seção reduzida do condutor neutro mm²
S ≤ 25	S
35	25
50	25
70	35
95	50
120	70
150	70
185	95
240	120
300	150
400	185

[1)] As condições de utilização desta tabela são dadas em 6.2.6.2.6.

- **SEÇÕES MÍNIMAS DOS CONDUTORES**

c) Seção do condutor de proteção (PE)

O condutor de proteção visa os ligamentos das massas dos equipamentos, também o terminal “terra” das tomadas ao terminal de aterramento do quadro de distribuição.

A tabela 58 da NBR-5410 apresenta a seção do condutor de proteção em função da seção dos condutores fase.

Obs.:
Nesta tabela considera-se os condutores fase e de proteção de mesmo material.
Um condutor de proteção pode ser comum a vários circuitos.

- **SEÇÕES MÍNIMAS DOS CONDUTORES**

Tabela 58 — Seção mínima do condutor de proteção

Seção dos condutores de fase S mm²	Seção mínima do condutor de proteção correspondente mm²
$S \leq 16$	S
$16 < S \leq 35$	16
$S > 35$	$S/2$

A seção de qualquer condutor de proteção que não faça parte do mesmo cabo ou não esteja contido no mesmo conduto fechado que os condutores de fase não deve ser inferior a:

a) 2,5 mm2 em cobre/16 mm2 em alumínio, se for provida proteção contra danos mecânicos;
b) 4 mm2 em cobre/16 mm2 em alumínio, se não for provida proteção contra danos mecânicos.

• SEÇÕES MÍNIMAS DOS CONDUTORES

d) Seção do condutor de aterramento

Terminal de aterramento principal

Toda instalação deve prever um terminal (ou barra) de aterramento principal, onde os seguintes condutores devem ser ligados:

- Condutor de aterramento;
- Condutor de proteção;
- Condutor de ligação equipotencial;
- Condutor de aterramento funcional;

Obs.:
A localização deste terminal, assim como a resistência da malha de aterramento são definidas pelas concessionárias.

O material e as dimensões mínimas dos eletrodos de aterramento devem está de acordo com a NBR-5410.

- **SEÇÕES MÍNIMAS DOS CONDUTORES**

Condutores de aterramento

O condutor de aterramento fará a interligação da barra de aterramento principal ao(s) eletrodo(s) de aterramento

As seções mínimas dos condutores de aterramento estão definidas pela tabela 52 da NBR-5410.

Tabela 52 — Seções mínimas de condutores de aterramento enterrados no solo

	Protegido contra danos mecânicos	Não protegido contra danos mecânicos
Protegido contra corrosão	Cobre: 2,5 mm^2 Aço: 10 mm^2	Cobre: 16 mm^2 Aço: 16 mm^2
Não protegido contra corrosão	Cobre: 50 mm^2 (solos ácidos ou alcalinos) Aço: 80 mm^2	

- **SEÇÕES MÍNIMAS DOS CONDUTORES**

Exercício

Qual condutor deve ser utilizado para alimentar um condicionador de ar 1200W em rede monofásica 220V está distante 5 metros do QL (quadro de ligação), instalado embutido em alvenaria, isolação PVC.

Divisão de Circuitos

CRITÉRIOS BÁSICOS PARA DIVISÃO DE CIRCUITOS

- Para que uma instalação elétrica tenha um desempenho satisfatório, deve ser projetada levando-se em consideração as boas técnicas de divisão e seccionamento de circuitos previstas na NBR 5410.

a) Toda instalação deve ser dividida, de acordo com as necessidades, em vários circuitos, a fim de:
   - Evitar qualquer perigo e limitar as conseqüências de uma falta;
   - Facilitar as verificações e os ensaios;
   - Evitar os inconvenientes que possam resultar de um circuito único, tal como um só circuito de iluminação.

b) Cada circuito deve ser dividido de forma a poder ser associado sem risco de realimentação inadvertida através de outro circuito.

c) Os circuitos terminais devem ser individualizados pela função dos equipamentos de utilização que alimentam.

- **CRITÉRIOS BÁSICOS PARA DIVISÃO DE CIRCUITOS**

• Devem ser previstos circuitos individuais para iluminação e tomadas de corrente. A alimentação de motores deve ser feita através de um circuito individualizado. Pode-se fazer exceção quando a proteção geral da alimentação abranger também os circuitos terminais normalmente de seção inferior.

d) Em unidades residenciais e acomodações (quartos ou apartamentos) de hotéis e similares, admite-se, em caráter excepcional, a inclusão de tomadas de corrente e pontos de iluminação num mesmo circuito terminal. Excetuam-se tomadas de corrente de cozinhas, copa e áreas de serviço, que devem constituir um ou mais circuitos terminais independentes.

e) Em unidades residenciais e acomodações (quartos ou apartamentos) de hotéis e similares, devem ser previstos circuitos independentes para equipamentos com corrente nominal superior a 10A.

SELEÇÃO E DIMENSIONAMENTO DE CONDUTORES

- **CRITÉRIOS BÁSICOS PARA DIVISÃO DE CIRCUITOS**

f) Nas instalações alimentadas com duas ou três fases, as cargas devem ser distribuídas entre as fases de modo a obter-se o maior equilíbrio possível.

g) Devem ser previstos circuitos distintos para as partes da alimentação que devem ser comandadas separadamente (por exemplo, circuitos de segurança e de outros serviços essenciais), de forma que esses circuitos não sejam afetados pela falha de outros circuitos.

- **Exercícios**
  - **Dimensione os condutores para os problemas abaixo:**

1. Uma dona de casa necessita da instalação de uma torneira elétrica(5400W) em sua cozinha, a instalação possui rede elétrica de 220V e eletroduto de seção circular embutido em alvenaria. Dimensionar a seção dos condutores isolados com isolação em PVC. Considerar carga resistiva ideal (F.P.=1 e rendimento =100%). Distancia do quadro de distribuição igual a 15m.

2. A partir dos dados do exemplo anterior, considere que a temperatura ambiente é de 35°C e o eletroduto já contém 2 circuitos monofásicos de cabos isolados. Qual será a nova seção do condutor? Analise o resultado.

3. No IST necessita-se a instalação de 1 condicionador de ar, rede trifásica 380V, instalado com eletroduto não-circular aparente na parede. Cabos unipolares e isolação PVC.

Dados: ar condicionado (15.100W, FP=0,86, rendimento de 68%).
O equipamento encontra-se a 28 metros do quadro de ligação (QL).

UNISOCIESC
Educação e Tecnologia

Referências Bibliográficas

- MAMEDE FILHO, João. **Instalações Elétricas Industriais.** Rio de Janeiro: LTC, 1995.

- CREDER, Hélio. **Instalações elétricas**. 15. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2007.

- NBR 5410

- CAVALIN, G., CERVELIN, S. **Instalações Elétricas Prediais**, 12ª Edição, ÉRICA.

Obrigado!!